



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN URBANISMO

DESARROLLO URBANO Y REGIONAL

**EL IMPACTO TERRITORIAL URBANO-AMBIENTAL CON LA MODERNIZACIÓN  
DE LA RED CARRETERA EN EL SURESTE MEXICANO, CARRETERA  
FEDERAL 293 LÁZARO CÁRDENAS-POLYUC, ESTADO DE QUINTANA ROO,  
2012.**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

**MAESTRO EN URBANISMO**

P R E S E N T A

**D.A.H. OMAR SÁNCHEZ MENDOZA**

TUTOR: DR. MARCOS RODOLFO BONILLA GONZALEZ

FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD UNIVERSITARIA, DISTRITO FEDERAL. DICIEMBRE DE 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

MTRO. FRANCISCO MORALES SEGURA

DR. RAUL SALAS ESPINDOLA

MTRO. JAIME COLLIERS URRUTIA

MTRO. HECTOR SEGURA CARSI.

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedicado a mi hijo *Omar*. La mejor herencia que un padre le puede delegar a su mayor orgullo.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi maravillosa familia por el invaluable apoyo recibido.

Deseo agradecer a mi madre Evangelina, su constante amor, apoyo y sus ánimos. Es una mujer de gran temple y fortaleza.

A mi padre Juan por forjarme como ser humano intelectual y por su impulso constante en la ciencia, pero que no vivió para ver plasmadas sus enseñanzas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por abrirme las puertas del campo del conocimiento y por su apoyo financiero durante mi estancia como estudiante.

Al Posgrado en Urbanismo por los conocimientos especializados brindados y el aprendizaje obtenido.

Gracias a cada uno de mis catedráticos por sus enseñanzas.

Gracias a cada uno de mis tutores por la dedicación, los consejos, las asesorías y el tiempo destinado para la elaboración de la presente tesis. He aquí su creación.

Finalmente, gracias a ti, Keyla, realmente eres una gran madre.

*“...Todo lo sólido se desvanece en el aire; todo lo sagrado es profano, y los hombres, al fin, se ven forzados a considerar serenamente sus condiciones de existencia y sus relaciones recíprocas...”*

*K. Marx. F. Engels. Manifiesto del Partido Comunista. 1848*

*“...Si supiera que el mundo se acaba mañana, yo, hoy todavía, plantaría un árbol...”*

*Martin Luther King*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1.</b>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL FÍSICO-SOCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CARRETERAS.</b>	<b>10</b>
1.1. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional.	10
1.1.1 Condicionantes, recursos y áreas críticas.	10
1.1.2 Identificación de las condicionantes críticas.	15
1.1.3 Identificación de las condicionantes ambientales críticas del sistema de funcionamiento regional.	16
1.2. Conformación Socio-Ambiental Regional.	21
1.2.1 Ambiental.	21
1.2.2 Demográfico, social y económico.	22
1.3. Procesos de cambio en el Sistema Urbano-Ambiental Regional.	24
1.3.1 Medio Físico.	24
1.3.2 Medio Natural.	26
1.3.3 Medio Socioeconómico.	28
<b>CAPITULO 2.</b>	
<b>POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO-REGIONAL.</b>	<b>32</b>
2.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del Desarrollo de la Región.	32
2.1.1 Planeación Urbana-Ambiental.	32
2.1.2 Medios de comunicación (carreteras).	42
2.1.3 Predicción de impactos, medidas preventivas regionales y locales.	45

<b>CAPITULO 3.</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA Y SUS IMPACTOS TERRITORIALES URBANO-AMBIENTALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL SURESTE.</b>	<b>57</b>
3.1 Datos generales del proyecto.	57
3.1.2 Delimitación del área de estudio.	59
3.1.3 Características particulares del proyecto, obras y actividades.	64
3.2 Identificación de los tipos de impactos.	89
3.3 Determinación de impactos y medidas de mitigación.	96
3.4 Impactos territoriales urbanos ambientales.	108
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>121</b>
Anexo cartográfico	121
Anexo fotográfico	127
<b>CAMPO SEMÁNTICO</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>140</b>

## INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación por parte de nuestras sociedades por una mejor calidad de vida, lo cual involucra una valoración adecuada de los efectos que pueden causar las obras de desarrollo. Hoy en día, debido a que la gente está tomando conciencia de que la tierra es un ecosistema frágil y susceptible a los cambios y que el deterioro causado al entorno físico afecta el bienestar humano, los gobiernos de todos los países han tomado cartas en el asunto, y han incentivado por medio de legislación, los proyectos que puedan afectar el medio ambiente.<sup>1</sup>

En nuestro país, el problema ambiental ha llegado a proporciones críticas, lo que requiere una mayor atención por parte de la administración pública y le impone la obligación de utilizar todos los medios que tiene a su alcance para prevenirlo o atenuarlo. La primera meta consiste en rectificar los errores del pasado; limpiar los vectores aire, suelo y agua, reciclar, recuperar y reutilizar nuestra basura, controlar el uso de pesticidas y sustancias tóxicas, etc. La segunda meta se encuentra en el contexto de calidad de vida. Aplicar el concepto de calidad de vida social de México. La calidad de vida no se encuentra únicamente en la comodidad física y en la libertad de poder poseer cualquier bien. La perspectiva amplia de este término, es un gran reto, y consiste en la meta de lograr todos los servicios básicos para la población, como son: asistencia social, vivienda, educación, trabajo, recreación, cultura y medios de transporte. El concepto también demanda que la gente comience a tener dignidad como personas, respeto en sí mismos y la consciencia de que se vive en comunidad, para que de esta manera participen como ciudadanos y se involucren más en las decisiones que pueden afectar sus vidas. Para lograr estas metas, es necesario adoptar un sistema de prevención y en consecuencia de medidas de mitigación que determinen el efecto de las obras en el medio. Para que tenga éxito, el sistema debe ser capaz de incorporarse dentro de los procesos de planeación territorial y debe buscar preservar y mejorar el medio ambiente en todas sus formas.

Por sus peculiaridades, la infraestructura para el transporte y especialmente los caminos, explícitamente conceptualizado como vías de comunicación terrestres, pueden afectar al medio ambiente de dos maneras: directamente al deteriorarlo en forma drástica y progresiva durante el proceso de construcción e indirectamente, al degradarlo a través del tránsito de vehículos con todas sus consecuencias secundarias, afectando en ambos casos la calidad de la vida. La importancia de los impactos que producen dichas vías en el medio territorial urbano-ambiental, estriba en su magnitud, características y variados usos del suelo que se hacen en las áreas afectadas.

---

<sup>1</sup> Documento de Consulta sobre Planificación y Gestión Ambiental (PGA). Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Cumbre de la Ciudad. (Estambul, 1996).



Reducir los daños causados al ambiente, implica una política de desarrollo sustentable que debe enfocar el uso adecuado del ambiente y los recursos naturales al mismo tiempo que se mejora la calidad de vida de la población. Esto significa utilizar el ambiente y los recursos naturales como bienes de capital, que como tal no pueden ser depreciados. Enrique Leff (1993), irrumpe y concibe el concepto de desarrollo sostenible desde la perspectiva del desarrollo del modo de producción capitalista "...Hacia la década de los años sesenta algo nuevo apareció en la percepción del mundo, de los valores de la vida y los presupuestos del desarrollo. Algo que había quedado oculto, desconocido y subyugado por los regímenes políticos autoritarios, por el poder de la tecnología y por la pasión del crecimiento, irrumpe de repente en las conciencias de la gente..."<sup>2</sup>

La problemática ambiental surge como síntoma de una crisis de civilización, cuestionando las bases mismas de la racionalidad económica, los valores de la modernidad y los fundamentos de las ciencias que fueron fraccionando el conocimiento sobre el mundo.

De esta manera se plantea la necesidad de dar bases de sustentabilidad ecológica y de equidad social al proceso de desarrollo. En la percepción de esta crisis ambiental se configuran las estrategias del ecodesarrollo, postulando la necesidad de fundar nuevos modos de producción y estilos de vida en las condiciones y potencialidades ecológicas de cada región, así como en la diversidad étnica y la capacidad propia de las poblaciones para autogestionar sus recursos naturales y sus procesos productivos.

El ecodesarrollo aparece en un momento en que las teorías de la dependencia, del intercambio desigual y de la acumulación interna de capital, orientan la planificación del desarrollo. Desde esta nueva percepción del conocimiento y del desarrollo como procesos complejos, se construye el concepto de ambiente. Primero se plantea como una nueva dimensión que debe atravesar a todos los sectores de la economía, de las ciencias y del sistema educativo, de los valores éticos y el comportamiento humano.

Pero el ambiente es más que la ecología. El ambiente aparece como un nuevo potencial de desarrollo, basado en la articulación sinérgica de la productividad ecológica del sistema de recursos naturales, de la productividad de sistemas tecnológicos apropiados, y de la productividad cultural que proviene de la movilización de los valores conservacionistas, de la creatividad social y de la diversidad cultural. En este sentido, el ambiente se va configurando como un potencial para un desarrollo alternativo al crecimiento económico, que por ser ecológicamente sustentable, culturalmente diverso, socialmente equitativo, democrático y participativo, sería sostenible y duradero. Este concepto de ambiente

---

<sup>2</sup> Leff, Enrique; Carabias, J. (coordinadores): 1993: Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales. CIIH-UNAM. Miguel Angel Porrúa. México.

sienta las bases para un proceso de desarrollo y coevolución de la vida y la cultura dentro de diferentes estilos de eco-etno-desarrollo.<sup>3</sup>

La sustentabilidad ecológica aparece como un criterio normativo para la reconstrucción del orden económico, como una condición para la sobrevivencia humana y para el logro de un desarrollo durable, problematizando los valores sociales y las bases mismas de la producción.

Sin embargo, el concepto de ambiente fue cobrando un sentido estratégico en el proceso político de supresión de las externalidades del desarrollo, la explotación económica de la naturaleza, la degradación ambiental, la desigual distribución social de los costos ecológicos y la marginación social, que persisten a pesar de los programas de ecologización de los procesos productivos y de capitalización de la naturaleza. La degradación ambiental es el síntoma de una crisis de civilización, marcada por el predominio de la tecnología sobre la naturaleza.

En ese momento empieza a caer en desuso el discurso del ecodesarrollo y a ser suplantado por la retórica del *desarrollo sostenible*. Si bien muchos de los principios de ambos discursos son afines, las estrategias de poder del orden económico dominante van modificando el discurso ambiental crítico para someterlo a la racionalidad del crecimiento económico.

Sin embargo, los procesos de degradación ambiental y la ineficacia de las políticas ambientales para enfrentarlos han buscado un terreno común donde plantear una política de consenso capaz de disolver las diferentes visiones e intereses de países, pueblos y grupos sociales que plasman el campo conflictivo del desarrollo sostenible. Así empezó a configurarse un concepto de sustentabilidad como condición para la sobrevivencia del género humano, buscando un esfuerzo compartido por todas las naciones del planeta. De allí se definió la sustentabilidad como el proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras.

La sustentabilidad ha llevado a propugnar por un crecimiento sostenido, sin una justificación rigurosa acerca de la capacidad del sistema económico para internalizar las condiciones ecológicas y sociales de equidad, justicia y democracia en este proceso. La ambivalencia del discurso de la sustentabilidad surge de la polisemia del término *sustainability*, que integra dos significados: el primero, traducible como sustentable, implica la internalización de las condiciones ecológicas de soporte del proceso económico; el segundo aduce a la sostenibilidad o perdurabilidad del proceso económico mismo. La sustentabilidad ecológica es condición de la sostenibilidad del proceso económico. Sin embargo, el discurso dominante afirma el

---

<sup>3</sup> Leff, Enrique (coordinador): 1994; Ciencias sociales y formación ambiental. GEDISA/CIIH-UNAM/PNUMA. Barcelona, España.

propósito de recuperar y mantener un crecimiento económico sostenible, sin explicitar la posible internalización de las condiciones de sustentabilidad ecológica mediante los mecanismos del mercado.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992. Allí fue elaborado y aprobado un programa global conocido como Agenda 21 para normar el proceso de desarrollo con base en los principios de la sustentabilidad. De esta forma se fue prefigurando una política global para disolver las contradicciones entre medio ambiente y desarrollo. En este proceso, la noción de *desarrollo sostenible* se ha ido divulgando y vulgarizando hasta formar parte del discurso oficial y del lenguaje común. Pero, más allá del mimetismo discursivo, no logra un sentido conceptual y práctico capaz de unificar las vías de transición hacia la sustentabilidad.<sup>4</sup>

Hoy el discurso neoliberal en el que México se ve inmerso, afirma la desaparición de la contradicción entre ambiente y crecimiento. Se propone así al mercado como el medio más certero para internalizar las condiciones ecológicas y los valores ambientales al proceso de crecimiento económico.

En la perspectiva neoliberal, los problemas ecológicos no surgen como resultado de la acumulación de capital. Al contrario, suponen que al asignar derechos de propiedad y precios a los bienes comunes, las clarividentes (aunque ciegas) leyes del mercado se encargarán de ajustar los desequilibrios ecológicos y las diferencias sociales. El discurso dominante de la globalización promueve un crecimiento económico sostenido, desconociendo y negando las condiciones ecológicas y termodinámicas para la apropiación y transformación de la naturaleza. La naturaleza está siendo incorporada al orden económico mundial mediante una doble estrategia: por una parte se intenta internalizar los costos ambientales del progreso; junto con ello, se recodifica al individuo, a la cultura y a la naturaleza como formas aparentes de una misma esencia: el capital.

La retórica del desarrollo sostenible ha reconvertido el sentido crítico del ambiente en un discurso voluntarista, proclamando que las políticas neoliberales habrán de conducirnos hacia los objetivos del equilibrio ecológico y la justicia social por la vía más eficaz: el crecimiento económico guiado por el libre mercado.

Más allá de la posible valorización y reintegración del ambiente, éste es recodificado como elementos diferenciados del capital globalizado y la ecología generalizada. El discurso del desarrollo sustentable se inscribe así en una política de representación, que disuelve las identidades culturales y el valor de la vida para asimilarlas a una lógica, a una estrategia de poder para la apropiación de la naturaleza como medio de producción.

---

<sup>4</sup> Organización de las Naciones Unidas: 2015; Centro de Información de las Naciones Unidas (CIDU) en: <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/medio-ambiente-y-desarrollo-so/>

El desarrollo sustentable convoca así a todos los grupos sociales (gobierno, empresarios, académicos, ciudadanos, campesinos, indígenas) a participar en un esfuerzo común. Se realiza así una operación de concertación en la que se integran a los diferentes actores, pero enmascarando sus intereses contra puestos en una mirada especular, convergente en la representatividad universal de todo ente en el reflejo del argénteo capital. Una vez definido el desarrollo sostenible, en buen lenguaje neoclásico, como el proceso generado por la contribución igualitaria de los diferentes factores económicos, humanos, ambientales a la producción, se desconoce la inconmensurabilidad de los procesos naturales y culturales que intervienen en un desarrollo sustentable; de esta manera se disuelve la posibilidad de disentir frente al propósito de un futuro común. Este discurso conciliador no advierte que, si bien existen intereses y posiciones negociables, hay otras que difícilmente podrán armonizarse en el drama actual de la desigualdad social y la insustentabilidad.<sup>5</sup>

Ante este panorama modernista, el sistema capitalista en sus relaciones sociales y productivas implica una gran movilidad, tanto de bienes y servicios como del deseo de movimiento (desplazamiento) de los individuos, con lo que se preserva la actividad productiva y sobretodo comercial, que le da vida al sistema capitalista en su conjunto. En el caso de la *Región Sureste de México*, por la naturaleza de los Asentamientos Humanos, su gran dispersión, sus condiciones sociales, económicas y productivas, esta movilidad tiene como principal eje la comunicación terrestre.

Definir el concepto de región es una tarea compleja. Esto no consiste tanto en identificar sus elementos y relaciones interactuantes, tarea que es más o menos fácil de realizar, sino proporcionar un concepto general que satisfaga a todos los estudiosos del problema regional y que permita utilizarlo en diferentes contextos.

En general se acepta que la región es la síntesis entre las relaciones que se establecen entre las condiciones naturales presentes en un territorio y los mecanismos de apropiación que las actividades humanas hacen de ellos.

En forma concreta el sistema naturaleza-sociedad está constituido por tres piezas integradas una a otra en forma estrecha. *La primera* de ellas se refleja en el sistema medio ambiente natural que proporciona la base de recursos naturales de que dispone en un área específica; *la segunda* se conforma por la organización espacial humana que se sustenta en el sistema de explotación socioeconómica; y *la tercera*, por el factor constituido por el acervo tecnológico disponible en una sociedad, en un tiempo y espacio dado.

---

<sup>5</sup> Leff, Enrique: Green production: 1995; Towards and environmental rationality. Guilford Publications. Nueva York, Estados Unidos.; Informe Brundtland 27 septiembre 2006, 10:52 pm Filed under: En el mundo, ONU, Sociedad. UN Documents Gathering a body of global agreements. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment.

Textos enteros hablan sobre este concepto y existen diversas teorías, pero el concepto es muy complicado y no se puede decir que exista un acuerdo general en cuanto a su significado. El concepto *Región* varía de acuerdo al contexto en el que se define.

Sin embargo, la teoría más aceptable y que ajusta en el presente estudio, es la que formula los principios aplicables a México: *a)* la gran región económica (macrorregión) existe objetivamente, *b)* es un sistema que incluye factores y variables naturales (recursos minerales, climas, suelos, aguas, etcétera), y sociales, *c)* éstas últimas integran un todo, *d)* las regiones son un producto histórico y por tanto dinámicas, *e)* el desarrollo del capitalismo es factor básico de su formación, *f)* las ciudades y núcleos urbano-industriales son decisivos, *g)* las regiones se especializan en ramas y varios productos, de acuerdo a la división del trabajo, *h)* existe una red más o menos desarrollada de vías de comunicación, por donde se mueven mercancías y personas, *i)* los lazos externos son más o menos poderosos, pero en general se depende de la influencia de las metrópolis, *j)* la división político-administrativa muchas veces no corresponde a la realidad económica, *k)* las regiones de América Latina -y de México en particular- poseen diversos grados de madurez y avance, pero son distintas a las propias de los países industriales, *l)* es necesario tomar muy en cuenta la acción del Estado. Las compañías transnacionales y la iniciativa privada en el proceso de formación regional, *m)* las plantaciones comerciales y los centros industriales, el comercio fronterizo, etcétera, son factores de importancia regional, lo mismo que las grandes centrales eléctricas, la gran explotación petrolera y minera, *n)* la política educativa y sobre todo la económica son puntos clave a través de la planificación en los cambios de la estructura regional y, *o)* los conflictos entre las clases sociales son claramente visibles en la vida regional.<sup>6</sup>

La región urbana también puede ser una unidad administrativa conformada por varias ciudades o por una ciudad junto a su área de influencia. En este caso, todos los territorios que se incluyen en una misma región urbana comparten características productivas, históricas, naturales y culturales.

Estas regiones urbanas pueden desarrollarse a partir del crecimiento de una ciudad. Por las posibilidades de desarrollo que ofrecen, estas urbes suelen atraer a pobladores de otras localidades y pueblos. Así, el núcleo de la ciudad comienza a extenderse y surgen otras poblaciones aledañas, creándose una gran región urbana. Puede asociarse, en definitiva, la idea de región urbana a una aglomeración de urbanizaciones que trasciende las fronteras administrativas y que puede estar formada por una ciudad principal y varias ciudades más pequeñas que funcionan como satélites.

---

<sup>6</sup> Bassols Batalla Ángel; 1979: *México: formación de regiones económicas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México. ISBN 968-58-0551-7

De aquí que la importancia de la microrregión del cual hago hincapié en el apartado *h)* sobre la influencia que los caminos tuvieron en el devenir de las distintas zonas. Además, en el ámbito del grupo étnico maya quienes trazaron originalmente la actual ruta que unían partes de las zonas entre sí: Yucatán (Mérida) y Quintana Roo (Chetumal), de tal suerte que ostenta una porción concreta de territorio que posee ciertas características y propiedades comunes al área.

La importancia de la localización de la microrregión conformada por estas ciudades principales y localidades intermedias, estriba en las necesidades propias de estos grupos de población, es por ello que lo imprescindible de la red carretera del estado de Quintana Roo, aun y que cuenta con zonas bien comunicadas por medio de carreteras tanto estatales como federales, estas últimas importantes a nivel nacional, los ejes más importantes corresponden al esquema de comunicación interestatal y se encuentran en los extremos norte y sur del estado como la carretera Escárcega - Chetumal que comunica la capital del estado con el interior de la República o la Mérida - Chetumal, Cancún - Chetumal que tienen un alto impacto en el desarrollo económico de la entidad y de entidades vecinas.

Bajo este mismo esquema, existe un rezago importante en la cobertura de caminos pues una parte importante de las comunidades en el estado no tienen vías de acceso regulares, y el resto están en su mayoría, enlazadas por caminos de terracería, los cuales resultan insuficientes, presentan deficiencias estructurales y en las épocas de lluvia son intransitables con lo que aíslan a las poblaciones a las que sirven. Esta problemática se presenta sobre todo en las zonas del estado donde no se tienen caminos pavimentados, como consecuencia se limitan las posibilidades de desarrollo de estas poblaciones.

La Carretera Federal 293, es una carretera ubicada en el estado de Quintana Roo, es conocida informalmente como la vía corta Mérida-Chetumal porque su principal función es acortar la distancia entre las carreteras 184 y 307, que unen ambas ciudades. La totalidad de su recorrido se ubica en el estado de Quintana Roo, por ello, es importante la modernización de este tramo carretero al ampliarse el acotamiento y cuenta con una longitud total de 99 kilómetros, su sentido es de noroeste a sureste y está conformada por un solo cuerpo asfaltado dividido en dos carriles de circulación, uno por cada sentido de la carretera, comienza en su intersección con la Carretera Federal 184 en las inmediaciones del poblado de Polyuc, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto y continúa hacia el sureste hasta culminar en su entronque con la Carretera Federal 307 junto a la población de Pedro Antonio Santos, en el municipio de Bacalar, cerca del extremo norte de la Laguna de Bacalar. La principal población comunicada por la carretera 293 es Chunhuhub, sitio histórico durante la guerra de castas sucedida en 1847.

La principal función y razón de la construcción (modernización) de la carretera es para operar como vía rápida para el tránsito entre las ciudades de Mérida, Yucatán y Chetumal, Quintana Roo, ambas capitales estatales, y que sin la existencia de dicha

carretera el recorrido entre ellas tendría que verificarse por las carreteras 184 y 307, que entroncan en la cabecera municipal del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, la carretera 293 significa un ahorro de alrededor de 35 kilómetros, sin embargo al pasar por una zona menos poblada y con asentamientos humanos, el ahorro en tiempo es mayor; en consecuencia se busca dinamizar aún más el tránsito vehicular y para ello se contempla la modernización de este camino con la construcción (ampliación) del acotamiento en ambos carriles.

Dicho camino objeto de este estudio, se encuentra incorporado a la red de carreteras estatales, comunica a centros de población favoreciendo a asentamientos rurales como Manuel Ávila Camacho, Los Divorciados, Vallehermoso y Chunhuhub; es la vía principal para comunicar a diversos y numerosos pueblos y rancherías a lo largo de este tramo facilitando la rápida distribución de pasajeros, un constante y adecuado abasto de insumos y una apropiada distribución de los productos.

Sin embargo, se debe tener conciencia de las modificaciones resultantes de la construcción (modernización) de dicho sistema de transporte terrestre, que afectan o benefician el equilibrio social y natural en la zona (región). Es por ello que, lo fundamental es:

*Identificar los efectos que puede causar el proyecto sobre el medio ambiente.*

En este orden de ideas, actualmente este tramo se recorre en un tiempo promedio de 1 hora 20 minutos, con la construcción (modernización) del camino se dinamiza el tránsito vehicular al aprovecharse el acotamiento. El camino actual tiene un ancho de corona de 7.00 metros en la totalidad del tramo, las secciones son individuales, inicia en la estación km 0+000, en el poblado de Lázaro Cárdenas y termina en la estación km 99+000, en el entronque con la carretera federal 184 en la localidad de Polyuc.

En este contexto, la presente investigación nace con motivo de la preocupación e investigación del impacto ambiental territorial urbano-ambiental generados con la construcción (modernización) de la red carretera en el sureste mexicano, caso específico de la carretera 293 Lázaro Cárdenas-Polyuc en el estado de Quintana Roo, debido a su intensidad, magnitud y permanencia en el territorio, esto es, predecir los impactos para cada actividad identificada realizando una valoración en cuanto a criterios dictados durante el proceso de investigación. Actualmente la situación de deterioro del ambiente con la construcción de la carretera ha sido el proemio para realizar estudios cada vez más específicos acerca de los procesos, actividades, equipos y materiales utilizados en la realización de sus trabajos para determinar el grado de afectación producidas, lo que en consecuencia permite *establecer las medidas de mitigación correspondientes para minimizar o eliminar las posibles afectaciones ambientales*. Por tanto, el presente trabajo tiene el propósito de *analizar e identificar los impactos ambientales generados durante la construcción y mantenimiento de la superficie de rodamiento de la carretera*, en virtud que, dentro

de las actividades en el proceso de modernización de la carretera, representan las etapas de mayor importancia, toda vez que los efectos causados en sus fases pueden mejorar (impacto positivo) o dañar (impacto negativo) el territorio urbano ambiental. Después de la valoración de los impactos se proponen las medidas de mitigación correspondientes para de esta manera introducir la variable ambiental en la planeación territorial (urbana y ecológica).

Para dar fundamento y solidez a lo anterior, la presente investigación se desarrolla en tres capítulos a considerar, el primer capítulo –Impacto ambiental físico-social de la construcción de las carreteras- incluye tres subcapítulos dedicados a realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico, el propósito es describir y analizar en forma integral las componentes en el ámbito regional que constituye el entorno del proyecto, se describe en forma cualitativa la estructura del sistema ambiental regional, se realiza un análisis para cada uno de ellos para determinar su potencial de afectación. El resultado de dicho análisis permitirá establecer la magnitud e importancia de los posibles impactos ambientales. Estos componentes se definen con criterios de acuerdo a la importancia (problemática) en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia demográfica, social y económica y las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro ambiental.

El segundo capítulo –Políticas de Desarrollo Urbano-Regional- tiene como finalidad la descripción de el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas de desarrollo regional, social, económico, urbana y ecológica contempladas en los planes y programas de desarrollo urbano en los niveles federal, estatal y municipal, que promueven y regulan las estrategias del desarrollo regional. Asimismo en este apartado se realiza la primera aproximación en cuanto a la previsión de los impactos, medidas preventivas regionales y locales.

El tercer y último capítulo –Características de la construcción de la carretera y sus impactos territoriales urbano-ambientales en el Sistema Ambiental Regional Sureste- se señalan las líneas de información general del proyecto lo que permite conformar las características, la distribución espacial de las obras o actividades principales, a través de los cuales se identifican y proponen las medidas de mitigación por cada actividad determinada, se describe cada impacto y finalmente se propone la medida de mitigación correspondiente, lo anterior a través de la técnica de identificación previamente seleccionada.

Por último, las conclusiones plantean la descripción de los factores de mayor relevancia sobre el contenido de la investigación realizada, así como el reto o importancia que tendrá la construcción de la carretera en su parte conducente con los programas de ordenamiento territorial urbano ambientales y su significancia en la toma de decisiones por conducto de la administración pública encargada de implementar las políticas de desarrollo correspondientes.



## CAPITULO 1.

### IMPACTO AMBIENTAL FISICO-SOCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CARRETERAS.

#### 1.1. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

De acuerdo con Raisz (1959)<sup>7</sup> el Estado de Quintana Roo queda ubicado en la provincia fisiográfica de Yucatán, misma que a su vez se encuentra dividida en tres subprovincias nombradas “Llanuras con Dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa Baja”. La subprovincia Llanuras con Dolinas ocupa las porciones norte y oriente de la entidad incluyendo la zona de estudio (nororiental), lugar donde se asienta el proyecto. Desde el punto de vista geomorfológico el área ha sido modelada a partir de una secuencia carbonatada terciaria, la que originó una morfología cárstica caracterizada por un relieve reiforme y frecuentes dolinas, a veces con afloramiento del nivel freático (cenotes); así como por la acumulación de arcillas de descalsificación en las depresiones.

Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial y sólo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida, mientras que otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción norte del estado.

La región donde se ubica el proyecto está localizada sobre una topografía “relativamente plana”, constituido principalmente por lomeríos bajos cuya máxima altitud alcanza 216 metros y la mínima es del orden de 25 a 30 metros. Este conjunto de lomeríos, localizados en la parte media y occidental de la región, está caracterizado por la presencia de frecuentes depresiones y pequeñas cimas. Interrumpen a estos lomeríos grandes áreas de menor relieve casi planos, en la zona centro occidental con altitudes de 110 a 140 metros y en el extremo oriental con altitudes de 20 a 40 metros.

En el área afloran unidades de roca, carbonatadas y depósitos recientes, que representan el tiempo geológico comprendido entre el Paleoceno y el Reciente.

Del Terciario Inferior se reconoció una secuencia calcárea, con escasas intercalaciones arcillosas en su parte inferior que corresponde a las denominadas, Formación Icaiché, Paleoceno-Eoceno no diferenciado y Formación Chichen Itzá.

El acuífero de la zona lo constituyen diferentes unidades geohidrológicas en las cuales ocurren movimientos del agua subterránea. El fracturamiento que afecta a varias de las unidades hidrogeológicas juega un papel importante en el desarrollo

---

<sup>7</sup> Raisz, Erwin Josephus: 1972: *Cartografía*. Ediciones Omega. Cuarta edición. Rustica. 14 x 22 cms. 436 paginas.

y evolución de las expresiones del karst y en el movimiento de agua subterránea. La enorme extensión de la Península de Yucatán, su geomorfología y estructura, condicionan el movimiento de agua subterránea estableciéndose un flujo regional al que se suman pequeños flujos provenientes de las áreas locales de recarga.

La elevada precipitación pluvial y su amplia distribución a lo largo del año son circunstancias que favorecen la infiltración del agua al subsuelo y su posterior circulación hacia el nivel freático, aunque no todo este volumen alcanza la superficie freática ya que en una parte retornan a la atmósfera por evaporación directa y transpiración de la cubierta vegetal.

Según fuentes oficiales como el INEGI (1987)<sup>8</sup> y la CONABIO (2005)<sup>9</sup>, existen en la región dos comunidades vegetales o tipos forestales y ocho subtipos de vegetación o asociaciones vegetales, denominados según la clasificación establecida por Miranda (1958) y las descripciones de Olmsted y Durán (1990)<sup>10</sup>, mismos que se han identificado como selva (comunidad) baja y mediana subperennifolia (subtipos de vegetación).

Las selvas que se presentan en esta parte de la península, son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente del clima cálido subhúmedo. Está compuesta por un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes.

Estas selvas son comunidades muy complejas en cuanto a la composición de su flora, por lo que el INEGI las clasifica con base principalmente en su aspecto fisonómico y secundariamente en su composición florística.

Se clasifican de acuerdo con su altura y a la persistencia o caducidad de la hoja durante la época más seca del año. En la región se encuentran dos tipos, según la clasificación del INEGI, por su altura:

Selva Baja (4 a 15 m)

Selva Mediana (15 a 30 m)

Clasificación por persistencia y caducidad de la hoja:

Subperennifolia: entre el 25 y el 50% de las especies lo hacen.

Para nuestro caso, en el Sistema Ambiental Regional es fundamentalmente importante la existencia de una serie de fracturas geológicas en el terreno. Estas determinan de manera significativa la dinámica geohidrológica de toda la Región. Geológicamente, la mayoría de los modelos tectónicos del Caribe se basan en la evidencia de que durante el Cenozoico, la placa caribeña (formada a mediados del

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI): 1990; Guías para la interpretación de cartografía. INEGI. México.

<sup>9</sup> Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2005; Proyecto F047, Estadigrafía. México.

<sup>10</sup> Durán, R. y Olmsted, I.: 1990; Plantas vasculares de Sian Ka'an. In: Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Navarro L., D. y J.G. Robinson (Eds.). CIQRO. Chetumal.

Mesozoico), se llevó a Centroamérica hacia el este, desde el Pacífico hasta su posición actual (Coney 1982, 1983, Durham 1985, Pindell 1994)<sup>11</sup>. Sin embargo, parece haber sucedido una colisión progresiva Nororiente-Sureste del arco antillano con las Bahamas desde el Paleoceno hasta el Oligoceno temprano, de modo que las proto-grandes Antillas no pudieron estar demasiado al oeste de Yucatán (Perfit & Williams 1989)<sup>12</sup>. Hace unos 52 millones de años, las Antillas formaban un cuasi-istmo entre las Américas (Alvarado Induni 1994).<sup>13</sup> La trinchera de las Caimán se abrió en el Eoceno (Perfit & Williams 1989), las Grandes Antillas chocaron con Florida-Bahamas en el Eoceno tardío (Coney 1982); desde entonces, hace 38 millones de años, la placa caribeña se ha desplazado hacia el Estenoriente, aproximadamente unos 1400 kilómetros (Durham 1985). En el Oligoceno temprano, el elevado nivel del mar, la subsidencia local (Jamaica por ejemplo estaba sumergida), y el movimiento horizontal se combinaron para dificultar la dispersión (Buskirk 1985)<sup>14</sup>; sin embargo, se formaron en ese período las dorsales de Caimán y Nicaragua (Perfit & Williams 1989). En el Mioceno tardío, Centroamérica (al sur de la falla de Motagua), apenas se colocaba en su sitio (Durham 1985), como un arco de islas o como una Península de Norteamérica con numerosas entradas de mar (existía un estrecho en Nicaragua), aunque con emersiones locales (Buskirk 1985). La conexión con Sudamérica por el cierre de la cuenca de Bolívar en Panamá ocurrió apenas hace unos 3 millones de años; en este período se provincializaron los mares, dividiendo especies marinas como caribófilas y panamaicas (Donnelly 1989)<sup>15</sup> (Alvarado Induni 1994).

Las rocas más antiguas de Yucatán son metamórficas del Paleozoico, con una elevación paralela a la costa del Caribe en el Nororiente de la Península y un geosinclinal hundido en el Petén y Belice. Esta elevación, producto de un episodio en el devónico tardío y otro en el final del Paleozoico, generó los sedimentos terrígenos del interior bajo condiciones someras, lo que se evidencia por carbonatos detritales y evaporitas asociadas con areniscas rojas oxidadas por influencia de fluvial durante el Triásico/Jurásico, período de emersión, durante el cual no hay sedimentos marinos en el Caribe y Sur de México (Nolasco Montero 1986)<sup>16</sup>. Hubo una extensa transgresión marina en la base de la Península (Tabasco, Términos), en el Jurásico tardío, y toda la península quedó sumergida durante el Cretáceo temprano, convertida en un mar somero, bordeado por una

---

<sup>11</sup> Coney, P.J.: 1982; Plate tectonic constraints on the biogeography of Middle America and the Caribbean region. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69:432-443. 1983. En: *Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del norte, América del Sur y el Caribe*. Rev. Instituto Mexicano del Petróleo. 15 (1):6-15;

Durham, J.W.: 1985; Movement of the Caribbean plate and its importance for biogeography in the Caribbean. *Geology* 13:123-125;

Pindell, J.: 1994; *Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean*. P. 13-39 in S. K.DONOVAN & T. A. Jackson (eds.), *Caribbean Geology: An Introduction*. University. West Indies, Kingston.

<sup>12</sup> Perfit, M. R. & E. E. Williams: 1989; *Geological constraints on biological retrodictions in the evolution of the Caribbean Sea and its islands*. P. 47-102 in Ch. A. Woods (ed.), *Biogeography of the west indies: Past, Present and Future*. Sandhill Crane, Gainesville.

<sup>13</sup> Alvarado, Induni G.: 1994; *Historia natural antigua: los intercambios biológicos interamericanos*. Edit. Tecnológica de Costa Rica, Cartago.

<sup>14</sup> Buskirk, R. E.: 1985; Zoogeographic patterns and tectonic history of Jamaica and the northern Caribbean. *L. Biogeogr.* 12:445-461

<sup>15</sup> Donnelly, T.W.: 1989; *History of marine barriers and terrestrial connections: Caribbean paleogeographic inference from pelagic sediment analysis*. P. 103-118 in Ch. A. Woods (ed.), *Biogeography of the West Indies: Past, Present and Future*. Sandhill Crane, Gainesville.7

<sup>16</sup> Nolasco Montero, M.L.E.: 1986; *Sedimentología litoral de los estados de Yucatán y Quintana Roo, México*. Tesis. Profesional. Facultad de Ingeniería. UNAM, México.

más profunda al norte (López Ramos 1975,<sup>17</sup> Coney 1983). En el Cretáceo tardío los movimientos tectónicos levantaron la cordillera paleozoica y mucho de la plataforma basculó hacia abajo y hacia el oeste, y sufrió en el Cenozoico temprano una rotación, como lo sugiere el sistema de fallas Chiapas-Guatemala-Honduras. Tal vez en ese momento se haya sucedido movimiento a lo largo de la Sierrita de Ticul, y las fracturas y fallas del basamento se muestran por las extrusiones submarinas andesíticas en el norte, bajo Mérida, hace unos 60-90 millones de años.

En el Eoceno medio la transgresión fue general; Yucatán se cubrió del todo (como lo atestiguan las calizas eocénicas –formación Chichen Itzá- predominantes en el Centrosuroeste de la Península), excepto en el Norte de Guatemala, donde había lagunas.

Para el Eoceno superior una regresión descubrió toda la región excepto el extremo norte y la cuenca de Campeche, que siguieron bajo un mar somero. El Oligoceno inferior fue igual, salvo por cierta transgresión en Campeche; en el Oligoceno superior la falla es menos profunda y hubo una pequeña regresión en Campeche (Butterlin & Bonet 1962).<sup>18</sup>

La transgresión repitió en el Mioceno inferior, sobretodo en el norte de Guatemala, para acentuarse en el Mioceno superior (formación Bacalar), cuando por lo menos al Oriente y Norte de Yucatán estuvieron bajo el mar. Los ejes tectónicos de orientación Nortenoreste-Sursuroeste, que parecen unir Yucatán con las Antillas, fueron una orogénesis del Eoceno superior, apenas un abombamiento, pero suficiente para impedir la invasión marina en el centro de la Península durante el Oligoceno y Mioceno inferior y medio (Butterlin & Bonet 1962). Los afloramientos miocénicos actuales predominan en Bacalar y en la ribera del Río Hondo (formaciones Bacalar y Río Dulce), separados del terreno central eocénico por una falla (Sapper 1977).<sup>19</sup> En el Mioceno/Plioceno (formaciones Carillo Puerto y Estero Franco), se acentuó la transgresión, particularmente en lo que hoy es Quintana Roo (incluso la isla de Cozumel), el noreste de Campeche y el centro y norte del estado de Yucatán (Escobar Nava 1986)<sup>20</sup>; existió una bahía larga paralela a la Sierrita de Ticul; la actual laguna de Chichancanab era también un brazo de mar (López Ramos 1975). La forma actual de la Península se alcanzó a fines del Plioceno y continuó en el Cuaternario (López Ramos 1975).

Así pues, es precisamente la dinámica en la tectónica de placas en el sur de Quintana Roo la que produjo en la región Bacalar una zona de numerosas fracturas o grietas geológicas, las cuales presentan un patrón general de

<sup>17</sup> López Ramos, Ernesto: 1974; Geología General de México. Ediciones escolares. México 509 p.

<sup>18</sup> Butterlin, J & F. Bonet: 1962; Las formaciones cenozoicas de la parte mexicana de la península de Yucatán. Instituto de Geología, UNAM, México.

<sup>19</sup> Sapper, K.: 1977; Geología de la Península de Yucatán. P. 19-28 in Enciclopedia Yucatanense. Tomo 1. 2ª. Ed. México.

<sup>20</sup> Escobar Nava, A.; 1986: Geografía General del Estado de Quintana Roo. 2ª. Ed. Gob. Edo. Q. R., Mérida. 140pp

orientación Sororiente-Noreste. Los diversos cambios eustáticos acontecidos en la Península de Yucatán han contribuido significativamente a establecer una serie de aportes y drenaje de agua dulce desde la Laguna de Bacalar hacia los cuerpos lagunares vecinos, el Río Hondo y la Bahía de Chetumal.

En la actualidad el patrón geohidrológico que determina la Fisura geológica principal constituida por la laguna de Bacalar y las grietas de réplica por las lagunas circunvecinas (por ejemplo San Felipe, La virtud, Teresita, Agua Salada, Chile Verde, Guerrero y otras); es el elemento determinante para explicar la estructura y función de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental Regional y sus actividades productivas derivadas.

Básicamente podemos encontrar que la Fisura principal (Bacalar) recibe importantes aportes de agua subterránea provenientes de las zonas relativamente altas del Noroeste, a lo largo de su margen Este. La evidencia proporcionada por las curvas de nivel, determina que el agua subterránea ingresa a la Laguna de Bacalar a través de su pendiente Este. Esta franja representa una estrecha banda con una pendiente relativamente marcada que pronto alcanza la zona central de la laguna de Bacalar representada por un canal cuya profundidad promedio es de 15 metros. Este canal explica en gran medida la función de importante reservorio de agua dulce en la Laguna de Bacalar. Una vez que el aporte continuo de agua rebasa el nivel de este canal central, inicia un importante proceso de drenaje a través de varios puntos de la laguna de Bacalar hacia las lagunas vecinas, el Río Hondo y eventualmente la Bahía de Chetumal a través de aportes superficiales temporales o permanentes expresados a través de canales de comunicación, humedales y una extensa planicie de inundación la cual caracteriza el margen oeste de la misma.

De esta manera se puede precisar que el Sistema Ambiental Regional influye en la importante zona de la Laguna de Bacalar misma que posee un continuo flujo laminar de agua con un patrón general de Nororiente-Sureste. Si a esto añadimos que el manto freático en la zona se encuentra aproximadamente a unos 5 metros en promedio, tenemos entonces que además de la importancia significativa que tiene el agua subterránea en la región al permitir la continuidad de los procesos ecológicos que allí se desarrollan, ésta se encuentra también sujeta a un especial cuidado dado su fragilidad en exposición. De hecho éste es uno de los elementos a tener en especial consideración dado que por un lado en la región existen extensas zonas de extracción de agua para consumo en las localidades cercanas incluyendo Chetumal el nodo del sistema socioeconómico, y por otro lado se dan extensas actividades productivas por ejemplo la Agricultura que utiliza herbicidas y fertilizantes que actualmente constituyen un riesgo por la posible contaminación al manto freático.

### **1.1.1 Condicionantes, recursos y áreas críticas**

El patrón de fracturamiento y callamiento es sumamente complejo, pues el colapsamiento de las calizas por la evolución del karst genera un numeroso sistema de fallas y fracturas concéntricas sin el predominio de un patrón específico. Intentar establecer un sistema de fallas y fracturas predominantes sería difícil y dada la forma de colapsamiento de los bloques calcáreos, probablemente no representaría esfuerzos tectónicos actuantes en la zona.

La descarga del acuífero ocurre fundamentalmente por flujo subterráneo hacia el mar, por evaporación directa en depresiones topográficas en la que la superficie freática queda expuesta a la radiación solar, por transpiración a través de la cubierta vegetal y por bombeo para satisfacer necesidades de abastecimiento público, urbano, doméstico y abrevadero.

La descarga natural del acuífero ocurre casi íntegramente en la porción baja de la llanura y en la faja costera. Los acuíferos de Quintana Roo se explotan por medio de varios cientos de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones centro-oriental y norte de la entidad. La explotación del acuífero ha permitido tener una alta disponibilidad y uso del agua, actualmente se encuentra subexplotado.

La fauna en la región es abundante y rica en especies como es característico de las regiones neotropicales de México, uno de los países de mayor diversidad en el mundo. Sin embargo su estudio es más bien pobre y se ha desarrollado principalmente por extranjeros quienes se han concentrado en los inventarios quedando muchos vacíos en el conocimiento de la biología y ecología de éstos.

### **1.1.2 Identificación de las condicionantes críticas**

La explotación de los acuíferos no ha modificado significativamente la posición natural del agua subterránea, pese a ello y con el objeto de evitar la extracción desordenada de aguas subterráneas, se estableció veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento, aprovechamiento de las aguas del subsuelo, dicho decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981.

La fauna de la zona es eminentemente tropical, con fuerte influencia centroamericana. La provincia biogeográfica en la cual se encuentra el sitio de estudio es la Provincia Yucatanense.

La presencia de las aves a lo largo de la zona de estudio, no se limita tan sólo a nivel microrregional, sino que su aparición se describe en un marco regional, con la exclusión de aquellas especies de aves cuyo ecosistema prevalece en la zona

marítima o de cuerpos de agua, siendo que el proyecto en análisis se encuentra alejado de estos ecosistemas. Sin embargo, según datos que registra la Enciclopedia de Quintana Roo, existen alrededor de 432 especies de aves endémicas y no endémicas en el Estado de Quintana Roo.

En realidad, la construcción del camino generará impactos no significativos en alguno de los sistemas ambientales antes descritos. El ecosistema no se deteriorará, no habrá deforestación de vegetación, sólo aquella de tipo secundaria (estrato herbáceo) y tampoco sobreexplotación del acuífero; ello se debe en gran parte por que el camino ya existe y se utilizará el área perteneciente al derecho de vía federal, donde se realizan frecuentemente quemas controladas de la vegetación herbácea.

### **1.1.3 Identificación de las condicionantes ambientales críticas del sistema de funcionamiento regional**

La vegetación que se afectará por la construcción de este camino será principalmente en el estrato herbáceo y arbustivo en el derecho de vía del camino actual, pastizales y vegetación secundaria.

Basándonos en observaciones de campo y en una revisión bibliográfica que se hizo para la zona donde se localiza la obra, se puede afirmar que ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010<sup>21</sup> será afectada.

Las especies existentes en la zona de estudio resultarán afectadas en mayor o menor grado; parte de la vegetación existente en el derecho de vía será afectada, sin implicar impactos enérgicos. Las especies vegetales que se verán afectadas no serán rescatadas y serán removidas totalmente. El efecto sobre las especies animales (aves y mamíferos) será variable ya que emigrarán hacia zonas vecinas no afectadas por las actividades de la obra, una vez que terminen las fases de preparación del sitio y construcción y comience en operación la ampliación del camino, las comunidades faunísticas tenderán a restablecer sus poblaciones en la zona de la obra hasta alcanzar los niveles que tienen actualmente, aplicando de manera eficaz las medidas de mitigación planteadas en el capítulo correspondiente.

---

<sup>21</sup> Que con fecha 26 de noviembre de 2010, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; en dicha norma se determinan las especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas y las sujetas a protección especial. Que debido a la obligación de revisar y actualizar el listado, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, inició en el año 2004 una convocatoria pública en la que se presentaron propuestas para su modificación. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

En cuanto a los mamíferos, la Enciclopedia de Quintana Roo, menciona alrededor de 57 clases de mamíferos terrestres y voladoras. Las especies amenazadas o en peligro de extinción según la NOM-059-ECOL-2001<sup>22</sup> publicada en Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2002 que dadas las actuales condiciones ambientales solo se avistan ocasionalmente y en número cada vez menos frecuente.

En el territorio regional habitan algunas especies de fauna silvestre con relevancia particular, debido a que sus poblaciones son vulnerables, son endémicas de la Península de Yucatán o simplemente son carismáticas. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 enlista 74 especies y subespecies de fauna silvestre para la región.

En las tablas abajo presentadas, se enlistan las especies de fauna reportadas para la región, incluidas en dicha Norma (y que en la gran mayoría se avistan a lo largo de la Provincia Neotropical Regional), según la clave probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazadas (A), y las sujetas a protección especial (Pr), y dentro de estas categorías las endémicas. Se indica además a las especies con importancia médica por su toxicidad (+).

### ESPECIES DE FAUNA REPORTADAS PARA LA REGIÓN DE ESTUDIO INCLUIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

#### Aves

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SUBESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>herodias</i>	<i>santilucae</i>	Garzón cenizo	endémica	Pr
Ardeidae	<i>Egretta</i>	<i>rufescens</i>		Garza melnuda	no endémica	Pr
Mycteria		<i>americana</i>		Galletán	no endémica	Pr
Leptodon	<i>Cayanensis</i>			Milano cabez gris	no endémica	Pr
Elanoides	<i>Forficatus</i>			Milano tijereta	no endémica	Pr
Accipitridae	<i>Accipiter</i>	<i>striatus</i>		gavilán pajarero	no endémica	Pr
Accipitridae	<i>Buteogallus</i>	<i>anthrasinus</i>		gavilán cangrejo	no endémica	Pr
Falconidae	<i>Falco</i>	<i>peregrinus</i>		halcón peregrino	no endémica	Pr
Rallidae	<i>Rallus</i>	<i>longirostris</i>		rascón picudo	no endémica	Pr
Rallidae	<i>Aramides</i>	<i>axillaris</i>		rascón cuello rufo	no endémica	A
Columbidae	<i>Columba</i>	<i>leucocephala</i>		paloma corona blanca	no endémica	A
Psittacidae	<i>Amazona</i>	<i>xantholora</i>		loro yucateco	no endémica	Pr
Strigidae	<i>Bubo</i>	<i>virginanus</i>		Búho cornudo	no endémica	A

<sup>22</sup> Que con fecha 7 de septiembre de 2001, se aprobó la presente Norma Oficial Mexicana bajo la siguiente denominación: Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las faunas silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.



Ramphastidae	<i>Ramphastos</i>	<i>sulfuratus</i>		tucán pico canoa, tucán pecho azufrado	no endémica	P
Pteroglossus	<i>Torquatus</i>			Tucancillo del collar	no endémica	Pr
Platyrinchus	<i>Cancrominus</i>			Mosquerito pico plano	no endémica	Pr
Attila	<i>Spadiceus</i>			Atila de Cozumel	no endémica	Pr
Thraupidae	<i>Eucometis</i>	<i>penicillata</i>		tángara cabeza gris	no endémica	Pr
Emberizidae	<i>Passerculus</i>	<i>sandwichensis</i>	<i>beldingi</i>	gorrión sabanero	no endémica	Pr
Emberizidae	<i>Passerculus</i>	<i>sandwichensis</i>	<i>rostratus</i>	gorrión sabanero	endémica	Pr

### Mamíferos

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SUBESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
Didelphidae	<i>Caluromys</i>	<i>derbianus</i>		tlacuache rojizo	no endémica	Pr
Chrotopterus	<i>Auritas</i>	<i>Auritas</i>		Zotz	no endémica	A
Cebidae	<i>Ateles</i>	<i>geoffroyi</i>		mono araña	no endémica	P
Myrmecophagidae	<i>Tamandua</i>	<i>mexicana</i>	mexicana	oso hormiguero o brazo fuerte, tamandúa norteño	no endémica	P
Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>mexicanus</i>		puerco espín tropical	no endémica	A
Eira	<i>Barbara</i>			Viejo de monte	no endémica	P
Felidae	<i>Leopardus</i>	<i>pardalis</i>		tigrillo, ocelote	no endémica	P
Felidae	<i>Leopardus</i>	<i>wiedii</i>		ocelote, margay	no endémica	P
Felidae	<i>Herpailurus</i>	<i>yagouarondi</i>		jaguarundi	no endémica	A
Felidae	<i>Panthera</i>	<i>onca</i>		jaguar	no endémica	P

### Reptiles

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SUB-ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
			<i>Crocodylus</i>	<i>Acutus</i>		Cocodrilo de río	no endémica	Pr
			<i>Crocodylus</i>	<i>(Mesaspis) moreleti</i>		Cocodrilo de pantano	no endémica	Pr
			<i>Caretta</i>	<i>Caretta</i>		Caguama	no endémica	P
			<i>Chelonya</i>	<i>Midas</i>		Tortuga verde	no endémica	P
			<i>Eretmochelys</i>	<i>Imbricata</i>		Tortuga carey	no endémica	P
			<i>Dermochelys</i>	<i>Coriacea</i>		Tortuga laúd	no endémica	P
			<i>Kinoosternon</i>	<i>Scorpioides</i>		Pochitoque	no endémica	Pr
			<i>Rhinoclemys</i>	<i>Aerolata</i>		Chakpool	no endémica	A
			<i>Trachemys</i>	<i>Scripta</i>		Tortuga jicotea	no endémica	Pr
			<i>Coleonyx</i>	<i>Elegans</i>		Geco manchado	no endémica	A
			<i>Sphareodactylus</i>	<i>Glaucus</i>		Tira la cola	no endémica	Pr
			<i>Tehcadactylus</i>	<i>Rapidcaudus</i>		Geco patudo	no endémica	Pr
			<i>Laemanctus</i>	<i>Serratus</i>		Yaxtoloc	no endémica	Pr
Squamata	Sauria	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>similis</i>		iguana-espinoza rayada	no endémica	A

Squamata	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>cozumelae</i>		lagartija-escamosa de Cozumel	endémica	Pr
Squamata	Sauria	Teiidae	<i>Cnemidophorus</i>	<i>rodecki</i>		huico de Rodeck	endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Boidae	<i>Boa</i>	<i>constrictor</i>		boa constrictor, boa	no endémica	A
			<i>Dipsas</i>	<i>Brevifacies</i>		Chupa caracoles	no endémica	Pr
			<i>Imantodes</i>	<i>Cenchoa</i>		Bejuquilla	no endémica	Pr
			<i>Imantodes</i>	<i>Gemmistratus</i>		Bejuquillo	no endémica	Pr
			<i>Imantodes</i>	<i>Tenuissimus</i>		Katzim	no endémica	Pr
			<i>Lampropeltis</i>	<i>Triangulum</i>		Culebra pinta	no endémica	A
			<i>Lepthopis</i>	<i>Ahaetulla</i>		Ranera verde	no endémica	A
			<i>Lepthopis</i>	<i>Mexicanus</i>		Ranera bronceada	no endémica	A
Squamata	Serpentes	Colubridae	<i>Symphimus</i>	<i>mayae</i>		culebra-labios blancos maya	Endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Colubridae	<i>Tantilla</i>	<i>cuniculator</i>		culebra-ciempies del Petén	endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Colubridae	<i>Thamnophis</i>	<i>Proximus</i>		Culebra de agua	no endémica	A
Squamata	Serpentes	Elapidae	<i>Micrurus</i>	<i>diastema</i>	<i>affinis</i>	serpiente-coralillo variable (+)	Endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Viperidae	<i>Agkistrodon</i>	<i>bilineatus</i>	<i>bilineatus</i>	cantil enjaquimado (+)	no endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>Durissus</i>		víbora-cascabel (+)	Endémica	Pr
Squamata	Serpentes	Viperidae	<i>Porthidium</i>	<i>yucatanicum</i>		nauyaca-nariz de cerdo yucateca	Endémica	Pr

### Anfibios

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SUB-ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCIÓN	CATEGORIA
Anura	Hylidae	<i>Tripurion</i>	<i>petasatus</i>		rana-de árbol yucateca	no endémica	Pr
		<i>Rhinophrynus</i>	<i>Dorsalis</i>		Rana boquita	no endémica	Pr
		<i>Rana</i>	<i>Berlandieri</i>		Rana leopardo	no endémica	Pr

Según las tablas anteriores, las especies de fauna presentes en el Sistema Ambiental Regional incluidas y las no incluidas, así como la distribución por categoría de protección dentro de la Norma, destaca que los reptiles tienen el porcentaje relativo más alto de especies incluidas en la NOM con 44.28%, seguido por los mamíferos. La categoría de protección con la mayor frecuencia es Pr que agrupa a

las especies sujetas a Protección Especial –incluye 40 de los 74 registros-, seguida de la categoría P que agrupa las especies en Peligro de Extinción.

En la NOM-059-ECOL-2001 se mencionan 221 animales en peligro de extinción. Entre ellos destacan 43 especies de mamíferos, 72 de aves, 14 de reptiles, seis de anfibios, 70 de peces y 16 de invertebrados. Cabe señalar que la lista es un intento para aproximarse a la realidad, pues existe una revisión continua de acuerdo con un mayor y mejor conocimiento de la flora y la fauna de México.

Respecto de las especies endémicas en peligro de extinción, se pueden enumerar ocho de invertebrados, 62 de peces, cinco de anfibios, cinco de reptiles, 38 de aves y 17 de mamíferos, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En este sentido, en la zona se mencionan las siguientes especies faunísticas de mayor relevancia en grave peligro:

Entre los mamíferos destacan:

- El oso hormiguero, brazo fuerte, chupamiel (*Tamandua mexicana*),
- El armadillo de cola desnuda (*Cabassous centralis*),
- El jaguar (*Panthera onca*),
- El mono araña (*Ateles geoffroyi*),
- El mono aullador o saraguato (*Aloutta pigra*),
- El mono aullador o saraguato (*Aloutta palliata*),
- El ocelote (*Leopardus pardalis*),
- El tigrillo (*Leopardus wiedii*),

Entre las aves están la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), la guacamaya roja (*Ara macao*), la guacamaya verde (*Ara militaris*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*).

Asimismo, parte importante de la conformación específica en los atributos fisiográficos de la región ha sido el continuo paso de huracanes donde al menos cada cinco años se da la presencia de uno de estos en un radio aproximado de 150 km alrededor de la zona de estudio. La región del Sistema Ambiental Regional se caracteriza por la presencia de extensos humedales, canales de flujo entre los diversos cuerpos de agua y grandes zonas de aprovechamiento de los recursos naturales a través de la agricultura y en menor medida la ganadería, ambas extensivas y con poca o nula tecnificación. La dinámica de flujo del agua en la región establece las condiciones para los hábitats que ocupan las especies de flora y fauna que se encuentran en la zona de estudio. De esta manera es posible encontrar diversos ecosistemas críticos con un buen grado de conservación, los cuales se corresponden con las áreas de salida o drenaje de la laguna de Bacalar hacia las lagunas vecinas y humedales. De manera práctica estas áreas críticas se localizan en los dos extremos de salida de agua superficial desde la laguna de

Bacalar. Estas zonas poseen una alta biodiversidad representativa de la región, exhibiendo también numerosas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de numerosos depredadores tope indicadores de comunidades saludables.

Adicionalmente se debe de añadir una importante zona de reserva forestal en la zona Nororiente de la región sujeta a Ordenamiento (Sian Ka'an) la cual también mantiene un ecosistema en buen grado de conservación. Considerando la dinámica en el flujo del agua en la región es precisamente que se determinan los gradientes de aportes hidrológicos a los ecosistemas existentes y derivado de esto se establece la composición y disponibilidad de los diversos recursos naturales. Esta disponibilidad nos indica, entre otros elementos, una notoria carencia de suelos fértiles aptos para la agricultura extensiva, asimismo tampoco indicados para una actividad ganadera exitosa. Debido a estas condiciones las actividades primarias que se realizan en la región se basan principalmente en una agricultura de subsistencia, la cual se traduce en extensas zonas de transformación de la vegetación original hacia una secundaria predominante en muy diversos grados de recuperación. La escasa pesca que se realiza en la región también se caracteriza por ser totalmente de subsistencia entre otros factores por la baja productividad que caracteriza a todos los cuerpos de agua presentes en la zona de estudio.

Como colofón en la región sujeta a Ordenamiento son las actividades terciarias (servicios), aquellas que realizan los mayores aportes al PIB. Estas son importantes pero aún requieren de grandes inversiones para su despegue sólido y continuo. Sin embargo el sector de ausencia más notorio es el secundario, donde la importancia estratégica del mismo nos indica que si deseamos un desarrollo sustentable para la región es determinante el pronto desarrollo y consolidación del mismo.

## 1.2 Conformación Socio-Ambiental Regional

### 1.2.1 Ambiental

Entre la problemática existente regional presentes en el área de influencia se enuncia:

- La relación entre la gente y la fauna silvestre no se restringe únicamente al uso de ésta. Numerosas especies animales son dañadas (muertas) por considerárseles una amenaza para los pobladores de la zona. Algunas especies de animales causan daños considerables a la población y afectan otros sistemas productivos, como ejemplo tenemos la coralillo (*Micrurus diastema*) la cual ocasiona daños a la salud, loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que ocasiona daños a los cultivos, entre otras. Sin embargo la solución a estos problemas no es dar muerte a los animales atacantes, ya que a veces se trata de animales que se encuentran bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso del jaguar. Un reto para

el manejo faunístico regional será precisamente el alcanzar el equilibrio entre los intereses socioeconómicos y la conservación de la fauna silvestre.

- La cacería furtiva dirigida a especies con valor alimenticio o de ornato, que sin control puede ocasionar la posible sobreexplotación de sus poblaciones.
- La ganadería extensiva representa la actividad más importante en el área de influencia, que ocasiona grandes extensiones de tierra desmontadas sembradas con pasto para el ganado. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de la región ya que favorece la deforestación, la degradación progresiva de los ecosistemas, así como la invasión y propagación de especies (pasto) que no son de la región. Sin embargo esto es consecuencia de la escasa variedad de alternativas de ingresos económicos para las comunidades de la zona.
- En cuanto a la agricultura en la zona, está se lleva a cabo bajo el sistema de roza-tumba-quema, que sin la adecuada vigilancia por parte de los comunitarios puede ocasionar incendios forestales que provocarían la modificación de las condiciones de los ecosistemas del área y ocasionarían la erosión paulatina del suelo. Para ello, se empleará el método de pica para eliminar cualquier indicio de incendio. Por otro lado se desconoce la afectación cuantitativa que los herbicidas, insecticidas y fertilizantes pueden estar causando a los mantos acuíferos de la zona.

### **1.2.2 Demográfico, social y económico**

En cuanto a los aspectos demográfico, social y económico la siguiente es la principal problemática que presenta en el área de influencia:

- Muchas de las actividades económicas y de subsistencia de las comunidades del área de influencia se llevan a cabo mediante el aprovechamiento de los recursos naturales regionales; actividades que son realizadas sin la adecuada planeación ya que se carece de programas de uso o manejo sustentable de los recursos (excepto en el ejido Lázaro Cárdenas), lo que origina efectos negativos para los ecosistemas del área y hace necesario el desarrollo de proyectos de conservación que no se contrapongan con el desarrollo social.
- No todas las comunidades circundantes al área poseen un adecuado servicio de drenaje, por lo que los desechos líquidos (aguas negras) no tienen un adecuado manejo, de igual manera sucede con los residuos sólidos (basura) que son generados, sin embargo se desconoce el impacto resultante sobre la región.

Para tener una idea clara sintetizada del diagnóstico ambiental se ha desarrollado una matriz que representa el medio natural con todos sus elementos así como con todas sus interrelaciones de manera cualitativa y empírica; en esta matriz, los elementos de mayor importancia son el relieve, el suelo, el clima, la vegetación, la

litología y la hidrología, que pueden analizarse aisladamente o vinculadas entre sí y el tipo de influencia que se origina entre éstos, ya sea directo o indirecto (López Ramos. 1981).

### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL-FÍSICO

ELEMENTO	A. Relieve	B. Suelo	C. Clima	D. Vegetación	E. Litología	F. Hidrología	Influencia Directa	Influencia Indirecta
A. Relieve	●	○	●	○	●	●	3	2
B. Suelo	●	●	●	●	●	●	5	0
C. Clima	●	○	●	○	○	○	1	4
D. Vegetación	●	●	●	●	○	●	4	1
E. Litología	○	○	●	○	●	○	1	4
F. Hidrología	●	○	●	○	●	●	3	2
Influencia Directa	4	1	5	1	3	3		
Influencia Indirecta	1	4	0	1	2	2		

● Influencia directa

○ Influencia indirecta

TIPOS DE INTERACCIONES:

Influencia Directa. Grado de dependencia entre los elementos.

1. Menor dependencia

5. Mayor dependencia entre los elementos.

Influencia Indirecta. Grado de autodependencia.

1. Menor independencia.

5. Mayor independencia

De las interrelaciones que se dan según la matriz se deduce que de manera directa e indirecta existe una relación cualitativa entre éstos, los diferentes comportamientos indican que el suelo es el que sufre mayores efectos, ya que es absolutamente dependiente y de manera directa de todos los elementos del sistema ambiental; ello indica que cualquier alteración en el relieve, en el clima, en la vegetación, litología o condiciones hidrológicas repercute en las características del suelo, modificándolo o en casos extremos haciéndolo desaparecer.

La vegetación depende directamente del relieve, del suelo, del clima y de la hidrología y de manera indirecta solo es condicionada en menor grado por el sustrato rocoso; ésta dependencia indirecta deriva de las características de la roca, a la que protege de manera eficaz.

La alta fragilidad de los elementos anteriores indica que el suelo requiere de mayor tiempo para su formación, que el que necesita la vegetación. El relieve sólo es modificado por el clima, por la litología y el drenaje.

Con respecto a la hidrología, en ella influyen el relieve, el clima y la litología, en las condiciones hidrológicas tanto la vegetación como el clima actúan de manera indirecta, ya que son los elementos más dependientes de manera que su acción sobre la hidrología es mínima y sólo indirectamente modifican algún comportamiento de la dinámica fluvial.

En orden inverso, tanto la litología como el clima ocupan los primeros rangos de auto-independencia y su modificación se hace por acciones indirectas y ello hace que sean elementos más estables; el clima solo se ve afectado por oscilaciones que se dan en el tiempo geológico, aunque en tiempos recientes la degradación ambiental (efecto causado por el hombre) ha ocasionado cambios en el medio que producen variaciones en las condiciones climáticas. Por otro lado, las propiedades de las rocas que componen el estrato geológico, permanecen sin alteración desde que se originaron.

En las consideraciones anteriores se supuso una acción o interacción de los elementos en condiciones naturales y sólo de forma cualitativa con el fin de diagnosticar los elementos que se afectarán durante el proceso de construcción de la obra.

### **1.3 Procesos de cambio en el Sistema Urbano-Ambiental Regional**

#### **1.3.1 Medio físico**

El conocimiento general o particular de los elementos climáticos de una región, permite un mejor aprovechamiento y utilización de los recursos naturales, así como un crecimiento más armónico de los centros de población, urbana o rural, en relación al medio que los rodea.

La comprensión del medio físico es un elemento de apoyo para poder controlar la influencia que esta ejerce sobre las actividades humanas. El clima de la región está determinado por los llamados elementos del clima; la acción de los cuales en conjunto con su interacción lo determinan.

Los elementos del clima en particular la temperatura, determinan el grado de bienestar de los habitantes de cualquier centro de población; en tanto que la precipitación, influye en la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea para el desarrollo de la agricultura y ganadería, industria y actividades urbanas. Asimismo, interviene en diversos procesos que se dan en la naturaleza, como el ciclo hidrológico, cambios fisicoquímicos en los suelos y desarrollo de las plantas, determinando en primera instancia, el uso de suelo de las diversas regiones.

Estos elementos del clima se consideran invariables y permanentes para un lugar dado. Los principales elementos que determinan el clima de un lugar son: la temperatura, precipitación pluvial, humedad, radiación solar, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica entre otros, por lo tanto el clima de una región se puede definir como el estado medio de las diversas condiciones atmosféricas.

La zona de estudio está localizada por arriba de los 19° de Latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza el proyecto tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica.

El clima predominante se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación de este grupo climático es que la temperatura media normal del mes más frío es mayor a los 18° C.

La información más reciente que se dispone al interior del proyecto del camino son los datos obtenidos por la Estación Meteorológica Chunhuhub (A.Tampak) dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). De acuerdo con los datos, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es mayor que 5° C. La Estación Meteorológica no ha registrado cambios extremos en la temperatura que puedan considerarse fuera de las normales.

Los vientos dominantes en la zona de estudio son los alisios del Golfo de México, los cuales al pasar por esta región siguen una dirección Noreste – Sureste en los meses de Noviembre y Enero, en el mes de Diciembre son los de dirección Este, en los meses de Febrero a Abril la dirección de estos es sureste, de Mayo a Julio este – sureste, en Agosto y Septiembre siguen la dirección este, en Octubre y Noviembre la dirección es noreste; la fuerza de estos es de 3.5 en promedio en la escala de Beaufort.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la poca pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra; el 20% restante se distribuye entre la interceptación de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua, que da lugar a áreas de inundación, lagunas y cenotes.

El acuífero es de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño).

La recarga del acuífero tiene lugar durante los meses de mayo a octubre originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. Aunado a lo anterior, no se ha registrado tendencia progresiva descendente de los niveles de agua, pero dada la



irregular frecuencia de su observación, no se descarta la posibilidad de que, localmente, en las zonas de mayor concentración de pozos se estén originando abatimientos progresivos. Por ello es importante prever y proteger las zonas de extracción de agua, así como evitar la apertura de nuevas fuentes de abastecimiento cuyo agente causal son los asentamientos irregulares.

En cuanto a sus características físico-químicas la calidad natural del agua subterránea que llega al territorio es, en general, apta o tolerable para todo uso. Sin embargo la calidad del agua es muy sensible a las variaciones estacionales de la posición de las cargas hidráulicas y al bombeo.

La composición edafológica del suelo, obedece a las características cársticas de la región, el acuífero es susceptible de ser contaminado química y bacteriológicamente, si las actividades humanas que se realizan sobre éste no cumplen la normatividad correspondiente.

El área del proyecto presenta en la mayor parte de su superficie suelo de tipo Litosol con Rendzina sobre el cual se desarrolla la selva baja y mediana subperennifolia de la superficie del terreno, lo que determina la inaptitud edafológica para el desarrollo de actividades agropecuarias (rendimientos moderados) y refuerza la vocación forestal de los suelos.

Para ello, en las zonas agropecuarias del área de estudio debe propiciarse el aprovechamiento intensivo y tecnificado del suelo, promoviendo actividades agropecuarias en ambientes controlados, así como actividades ecoturísticas y desalentando los aprovechamientos extensivos, basados en la agricultura tradicional o mediante la cría no estabulada de ganado, es decir es aquel que no se encuentra bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que no han sido criadas en forma artificial, mismas que no incrementan la producción ganadera; los animales se alimentan principalmente de alimentos del campo sin enriquecimiento, lo que conduce a cambios en el uso de suelo.

Existe un patrón de fracturamiento que prevalece en la región. Este fracturamiento y callamiento es sumamente complejo, pues el colapsamiento de las calizas por la evolución de karst genera un sistema de fracturas y fallas concéntricas sin el predominio de un patrón específico. Establecer un sistema de fallas y fracturas predominantes sería difícil y por la forma de colapsamiento, es posible que no represente esfuerzos tectónicos actuantes en la zona. Por lo demás, el suelo no presenta cambios en los procesos naturales de erosión.

### **1.3.2 Medio Natural**

La cobertura vegetal en el territorio presenta algún tipo de afectación, la condición general de afectación es ligera impactando la vegetación arbórea (la más afectada), ya que ésta es la condición que presenta gran parte de la vegetación.

Teniendo en cuenta la biodiversidad registrada para las asociaciones vegetales presentes en el área de influencia, que sostienen poblaciones de por lo menos 10 especies de flora incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección, se deben incluir acciones para proteger y preservar las zonas mejor conservadas del territorio regional a fin de mantener de forma integral los componentes del medio biótico, favoreciendo las actividades productivas que realicen un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por lo anterior, es necesario establecer límites a las actividades humanas generadoras de impactos con el fin de mantener la suficiente cobertura vegetal para permitir que ésta desempeñe adecuadamente su papel regulador del equilibrio ambiental y de soporte de la fauna silvestre y prever el avance de los asentamientos humanos de cualquier índole (urbanos o rurales), limitar los usos de suelo expansivos y propiciar la recuperación de las zonas afectadas.

En el área de influencia eventualmente podría encontrarse alguno de estos ejemplares que de manera temporal o por sus mismos hábitos de vida se encuentre en las inmediaciones del camino, por lo que debe tenerse el cuidado de instruir al personal que labore en estas obras de no afectar bajo ninguna circunstancia la flora y fauna de la zona de estudio.

Las especies amenazadas o en peligro de extinción según la NOM-059-ECOL-2001 que dadas las actuales condiciones ambientales solo se avistan ocasionalmente y en número cada vez menos frecuente.

Hoy en día es casi imposible encontrar ecosistemas en condiciones primarias, tanto fenómenos naturales (incendios) y meteorológicos (huracanes) así como diversas actividades humanas, han dado como resultado que los ecosistemas estén conformados en diversos estados de sucesión o alteración, que se refleja en dominancia y condominancia de especies secundarias, la abundancia de individuos muertos en pie, la presencia de especies introducidas, la escasa altura de la masa vegetal o la reducción en la cobertura.

El cuidado de las especies de flora y fauna silvestres, que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a nivel nacional. Entre ellas se encuentran especies amenazadas, sujeta a protección especial o en peligro de extinción tales como: la palma chit, uña de gato, zopilote rey, gavilán zancón, jabirú, águila negra, jaguar, boa constrictor, mono araña, saraguato, oso hormiguero y tapir. También existe la presencia de especies endémicas de la península de Yucatán, tales como la calandria yucateca (*Icterus auratus*), la iguana (*Ctenosaura defensor*) y la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysostictus*).

La conservación de estas especies en la región representa la continuidad para el desarrollo de la biodiversidad, permitiendo y garantizando la interconectividad de los ecosistemas y fortaleciendo la preservación de la denominada Selva Maya.

Básicamente los ecosistemas presentes en la región del proyecto mantienen sus características generales y se encuentran en buen estado de conservación. No presentan modificaciones ni afectaciones relevantes en su estructura y composición.

El paisaje es un recurso básicamente natural y otro tanto el que realiza el hombre, es un elemento cuya alteración es difícil cuantificar, ya que su valor depende de la apreciación del observador.

El deterioro de este recurso tiene que ver con el cambio de uso del suelo, el proceso de urbanización inadecuado, la falta de imagen urbana (paisaje urbano) acorde al sitio, la inadecuada disposición de desechos sólidos y líquidos, la introducción de especies exóticas, entre otros. Se trata de un problema ambiental complejo cuyo origen es la anteposición de intereses personales inmediatos a las necesidades de sostenibilidad, que por lo general dan beneficios sólo a largo plazo y muchas veces son irreversibles o lo son a costos muy caros.

A nivel regional, se identifican algunos elementos que han sido alterados y en consecuencia que han deteriorado el paisaje. Tal es el caso de los bancos de préstamo de material ubicados en los ejes carreteros, los tiraderos de basura a cielo abierto y, en un caso más estricto, la misma vialidad en estudio, donde en algunos tramos se carece de señalamiento vertical y horizontal así como de pavimento en mal estado lo que ocasiona peligro constante, además de una mala imagen visual al espectador.

### **1.3.3 Medio Socioeconómico**

La dinámica demográfica que ha marcado el ámbito regional donde se ubica el proyecto, ha sido invariablemente el impulso y posterior desarrollo de la Riviera Maya. Con la creación de este polo de desarrollo turístico en la zona Norte del Estado a principios de la década de los setenta, se marcó una nueva etapa de desarrollo económico y poblacional en la entidad y a partir de entonces se inició una migración masiva de pobladores de diferentes entidades en busca de un cambio de vida y de nuevas oportunidades laborales. El éxito de la actividad turística en el Estado la ha convertido en la principal generadora de divisas y empleos en el ámbito nacional. Como consecuencia, en los últimos 30 años, la población del Estado de Quintana Roo se incrementó de manera constante y alcanzó altos índices de crecimiento afectados por la dinámica poblacional de Cancún a finales de los setenta y principios de los ochenta y de Playa del Carmen en los noventa y en el primer decenio de este siglo.

El crecimiento de la mancha urbana ha ido al parejo del crecimiento poblacional y de la demanda de vivienda, por ende se tiene un déficit de los servicios urbanos básicos. Día con día, el crecimiento de la mancha urbana de los diversos centros de población ha transformado la estructura urbana irremediablemente, lo que ha ocasionado una planificación anárquica de los principales asentamientos humanos en la zona de estudio, esto a consecuencia de la carencia o falta de políticas urbanas o de ordenamiento territorial que fomente la normatividad a tal grado, que éstos límites no reflejan fielmente el crecimiento urbano de los centros de población, ya que se descartan los asentamientos irregulares y que por lo regular se asientan en la periferia de éstos, ya sea en la mancha urbana de las ciudades o en los cascos urbanos de los ejidos o pueblos. Desafortunadamente este tipo de circunstancias se reflejan sobre espacios territoriales que necesitan de regulación territorial, tal es el caso de aquellas áreas que por estar ubicadas en superficies naturales estratégicamente aptas para la recarga del acuífero toda vez que actualmente se carece de un programa de ordenamiento ecológico estratégico para esta zona, por tanto necesita de atención prioritaria.

Esta falta de planeación urbana ocasiona invariablemente la demanda de infraestructura urbana como agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado pluvial, energía eléctrica, equipamiento urbano como escuelas, sitios para la recreación, para salubridad, apertura de vialidades locales y regionales, mayor seguridad, etc.

Actualmente existe un desarrollo económico polarizado en el territorio que alberga el proyecto, ya que sus zonas rurales presentan grandes rezagos en infraestructura, equipamiento, vivienda, servicios (bienes) y oportunidades de empleo.

De estas condiciones surge la necesidad de regular e inducir el uso adecuado del suelo en el territorio, así como propiciar que las actividades económicas se consoliden sin menoscabo del entorno social y natural que les da soporte con la finalidad de lograr el bienestar social y la protección al ambiente a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

El territorio regional tiene un considerable número de empresas industriales (en el ramo maderero), aunque ésta no es la actividad económica más importante, gran parte de los servicios está dedicado a los micro o pequeños establecimientos orientados al “comercio del diario” (tiendas, misceláneas, abarrotes, tlapalerías, papelerías, etc.). Asimismo, las actividades del sector primario como la agricultura, la ganadería y la cacería aún resultan significativas, desafortunadamente ésta última en forma desmedida y lo que es lamentable, a veces de manera furtiva.

Este modelo sin duda ha arrojado de alguna manera beneficios a la región, pero no ha permeado lo suficiente al medio rural y no ha alcanzado a satisfacer las necesidades de la población. Así, tiene la debilidad de la dependencia a una sola actividad, la cual está sujeta a muchas variables sobre las que no se tiene control (fenómenos naturales, económicos internos y/o externos) haciéndola aleatoria.

Una muestra visible son los datos que establecen el estrato económico en el que vive la población local, los cuales arrojan un promedio donde el 23.1% de los residentes viven en condiciones de marginación, es decir, no reciben un salario mínimo que garantice la estabilidad económica de las familias; circunstancia que nos lleva a detectar que esta población está sujeta a las actividades primarias, que están ocupados en actividades agropecuarias (agricultura y ganadería), a la explotación de los recursos naturales o a la caza. Esto marca, sin duda, un proceso de cambio ambiental regional, porque de alguna manera estas actividades repercuten sobre las condicionantes ambientales naturales, ya que se realiza con gran peligro al no haber una planificación que regule la explotación del suelo de manera ordenada.

Otra de las repercusiones de índole económica en el Sistema Ambiental Regional, son las condiciones de pobreza que, debido a la falta de oportunidades de empleo que prevalece en las comunidades, ha originado la emigración de la población rural hacia ciudades donde encuentran una mejor calidad de vida, teniendo como principal destino la Riviera Maya (Can Cun, Playa del Carmen, Isla Mujeres, Cozumel, Tulum, Xel-Ha). Con el incremento de esta nueva población en la región, las repercusiones se hacen de manera directa sobre la estructura territorial, al demandar nuevos servicios básicos como agua potable, drenaje, energía eléctrica y vivienda; por lógica todo ello tiene como principal materia prima a los recursos naturales regionales tales como el suelo, la explotación de mantos acuíferos, contaminación atmosférica y de los mantos freáticos y la cada vez más reducida superficie vegetal (selvas y bosques) ya sea para la explotación de los recursos naturales de forma desordenada ya sea para actividades agrícolas o para la adquisición de este suelo y su incorporación al suelo urbano.

Desde la perspectiva del desarrollo regional, la inaccesibilidad de los servicios es una barrera para la producción y para el bienestar social de la población. La inaccesibilidad a servicios de salud o educación, por ejemplo, favorecerá la existencia de una población enferma e ignorante, lo que afectará su productividad, su capacidad para generar ingreso, su bienestar y su capacidad de superación de desarrollo (mejor calidad de vida).

Por lo tanto, las inversiones en servicios debieran ser localizadas de tal manera que fueran fácilmente accesibles, para estimular su uso. Para lograr esto sería conveniente desarrollar criterios de localización de los recursos (los servicios públicos no son más que recursos humanos y materiales localizados en puntos específicos de la región) acordes con los intereses de la sociedad. Esto es, el saber en qué actividades y en qué lugares hay que localizar los recursos, según sea el propósito de planificación territorial, permitiría influir en los niveles de productividad regional al poner a la población en contacto con servicios necesarios para su desarrollo (salud, educación, servicios técnico-agropecuarios, financieros y crediticios, de comercialización y distribución, comunicaciones y transporte, recreativas y culturales, etc.) lo que facilitaría la integración de las economías locales, modificaría la distribución territorial de la población y las actividades,

incrementaría los niveles de bienestar y ayudaría a ajustar el proceso de desarrollo a las aspiraciones e intereses de la población.

De lo anterior podría concluirse que el problema de la planificación de los servicios, desde un enfoque de desarrollo regional, enfatiza el problema de *identificar* los asentamientos humanos de mayor importancia estratégica en términos de su capacidad de articular funcionalmente las actividades y la población en el territorio. Sin embargo, estas localidades no pueden ser identificadas a partir solamente del análisis de sus posibilidades propias de desarrollo, sino que será necesario considerar su papel en relación con el conjunto de localidades con las que interactúa.

## **CAPITULO 2.**

### **POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO-REGIONAL.**

#### **2.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del Desarrollo de la Región.**

##### **2.1.1 Planeación Urbana-Ambiental.**

El Estado de Quintana Roo se caracteriza por la gran riqueza y diversidad de sus ecosistemas, dicha riqueza ha sido desde siempre el principal atractivo de visitantes e inmigrantes en la entidad. Curiosamente dicho atractivo ha generado una problemática de deterioro generalizada en Quintana Roo, tanto en el sector secundario (turismo) como en el sector primario. Todo ello es debido al explosivo crecimiento urbano-turístico y a la demanda de bienes y servicios de la población, aunado a la falta de respeto hacia la naturaleza y a la legislación ambiental, así como el exceso de discrecionalidad en la asignación de usos de suelo y aprovechamiento de los recursos naturales.

En el estado de Quintana Roo, parte de la región que abarca la zona de influencia del proyecto, cuenta con una importante experiencia de ordenamiento en algunas zonas de su territorio basado en instrumentos de política ambiental desde hace 29 años, iniciándose con la Declaratoria de Área Natural Protegida (ANP) Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en 1986, seguida de diversas ANP's federales y estatales, así como el primer ordenamiento ecológico en el municipio, el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) de la Región Costa Maya en el año 2000, seguido por el Ordenamiento de la región de la Laguna Bacalar (2005); se incluyen también instrumentos de ordenamiento urbano como el primer Programa de Desarrollo Urbano (PDU) que fue el del centro de población de Mahahual, en el 2005 y los posteriores PDUs (Zona Metropolitana, Nicolás Bravo, Javier Rojo Gómez y Álvaro Obregón, por mencionar algunos). Con esta perspectiva, desde el año 2009 se inició con este proceso de Ordenamiento Territorial Local para el municipio de Othón P. Blanco (hoy región Laguna de Bacalar perteneciente al nuevo municipio de Bacalar), realizándose las etapas de Caracterización, Diagnóstico y Pronóstico. Para el año 2010 se comenzó con la etapa de Modelo de Ordenamiento.

Sin embargo, en Febrero de 2011 se decreta la creación del municipio de Bacalar, disminuyendo casi en un 37% la superficie que ostentaba originalmente el municipio de Othón P. Blanco, además de modificar sustancialmente las perspectivas planteadas para el desarrollo integral y sustentable de la región, razón por la cual se tuvieron que volver a revisar las etapas iniciales, para replantear un nuevo Modelo de Planeación Ambiental, acorde a la nueva realidad regional.

En este tenor, el Plan Gran Visión Quintana Roo 2025 contempla la Propuesta de “MODELO” de ordenamiento ecológico, que vincula los instrumentos de política ambiental y urbanos vigentes como son áreas naturales protegidas y programas de desarrollo urbano, así como la consideración de los ordenamientos ecológicos territoriales de Mahahual y Bacalar.

Dicho Modelo establece los siguientes parámetros estratégicos donde invariablemente contempla las acciones estratégicas a mediano y largo plazo.

**LINEAS, PROYECTOS ESTRATEGICOS Y PROYECTOS ESPECIFICOS DE LOS RECURSOS NATURALES**

<b>LINEAS ESTRETEGICAS</b>	<b>PROYECTOS ESTRATEGICOS</b>
<b>1. Diversificación de Ingresos Rurales</b>	1. Promoción y apoyos a la diversificación de las actividades productivas en el medio rural.
<b>2. Promoción de Ordenamientos Ecológicos Territoriales</b>	2. Diagnósticos ambientales municipales. 3. Programas de ordenamiento territorial para las áreas de mayor presión futura que aún no cuente con estos instrumentos.
<b>3. Prevención y Control de la Contaminación</b>	4. Saneamiento ambiental. 5. Manejo y disposición final de residuos y líquidos: Creación de plantas de tratamiento de aguas residuales en Playa del Carmen, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Tulum, Bacalar y Chetumal. 6. Difusión cultural ecológica.
<b>4. Gestión y Normatividad Clara</b>	7. Promoción para la gestión ambiental clara y eficiente. 8. Atención y simplificación administrativa.

FUENTE: Plan Gran Visión Quintana Roo 2000-2025. En [www.plangranvisionqroo2025.org.mx](http://www.plangranvisionqroo2025.org.mx)

Del cuadro anterior, el Plan contempla la elaboración de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territoriales del Municipio de Benito Juárez (que sustituirá al del S. L. Nichupté) y *el de la Región Laguna de Bacalar* así como el Desarrollo del taller de inducción del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Región de Laguna de Bacalar (POET), instrumento que da certeza al desarrollo de la zona, ante su alto potencial turístico.

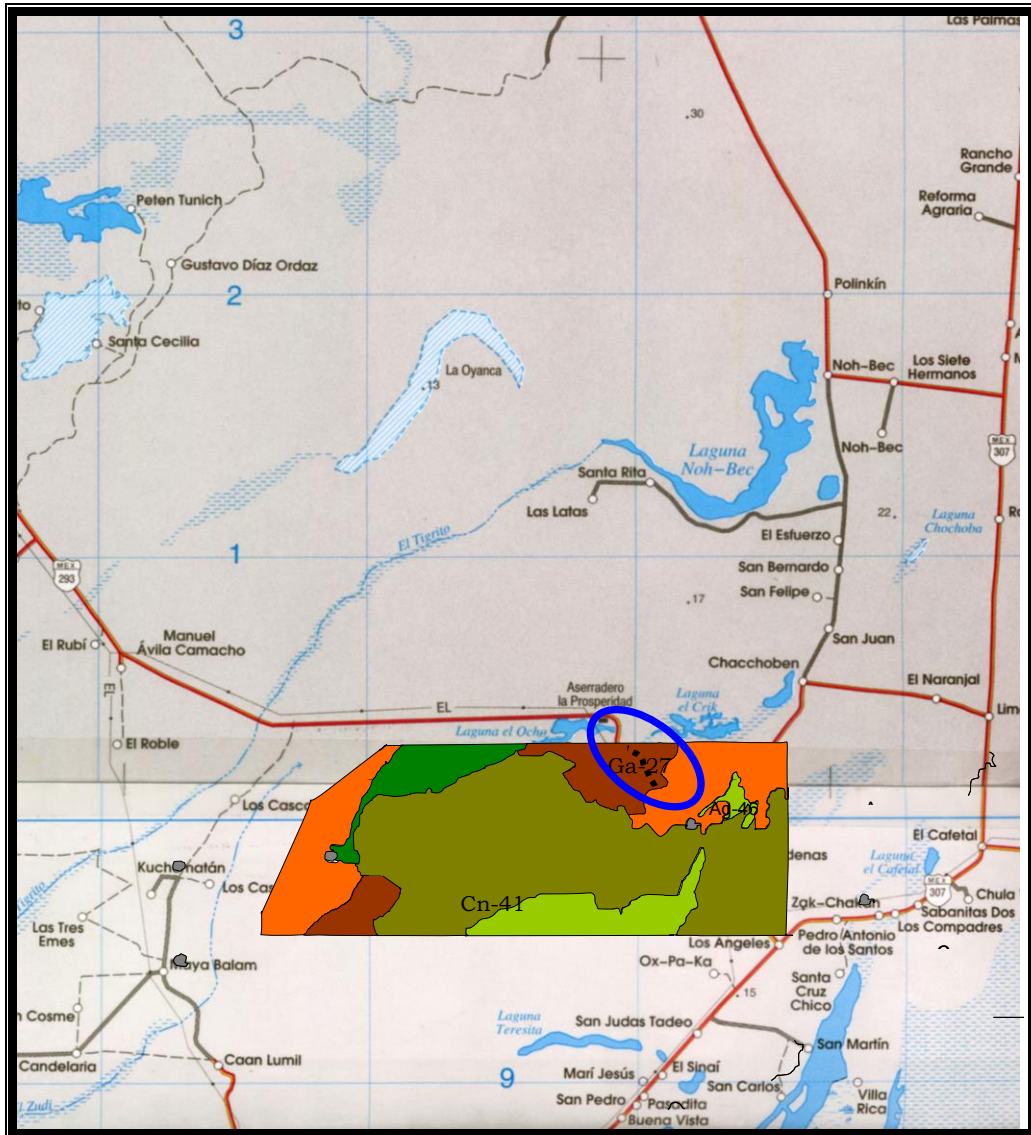
El Programa básicamente se refiere a la representación, en un sistema de información geográfica, de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) y sus respectivos lineamientos ecológicos. Entendiéndose por UGA la Unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas. La delimitación de las UGA's son el resultado de la información recopilada y del análisis de resultados obtenidos a través de las distintas etapas señaladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento (LGEEPA), que hasta el momento se ha descrito con sus productos más relevantes. Para la definición de las UGA's que integran en su conjunto la propuesta de Modelo se utilizó una combinación de los siguientes elementos de análisis:

- Límites internacionales, estatales y municipales.



- Grupos de aptitud.
- Delimitación de áreas para preservar, proteger, restaurar y conservar, así como aquellas que requieran de medidas de mitigación para atenuar y compensar impactos ambientales definidos en el diagnóstico.
- Regionalización natural (unidades de paisaje, geomorfología, vegetación y uso de suelo, etc.).
- Los centros de población son considerados como unidades de gestión ambiental, en las cuales no se podrán establecer los usos del suelo, sino únicamente se asignarán criterios de regulación ecológica.
- Las Áreas Naturales Protegidas son consideradas unidades de gestión ambiental, en las cuales se especifica que la regulación de los usos y las actividades está determinada en el decreto y el programa de manejo correspondiente.
- La delimitación de algunas UGAs de los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en las cuales existen expectativas reales de desarrollo en base a las consideraciones y limitantes a las que se sujetan actualmente dichas unidades.


**CARTA DE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ZONA DE ESTUDIO. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DE LAGUNA DE BACALAR 2005. ACTUALIZADO EN 2008.**



Fuente: Cartas Topográficas E16-1 y E16-4-7 (Felipe Carrillo Puerto y Chetumal) INEGI. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar 2005. Actualizado en 2008.

**Simbología**

**Usos del suelo**

- |                                                                                     |                         |                                                                                       |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | Agricultura             |  | Ganadería           |
|  | Corredor Natural        |  | Asentamiento Humano |
|  | Silvicultura            |  | Área de estudio     |
|  | Manejo de Flora y Fauna |  | Camino de estudio   |

La Administración Municipal de Othón P. Blanco (anteriormente municipio donde se ubicaba la Unidad de Gestión Ambiental) para el periodo 2008-2011 no contemplaba Programas Directores de Desarrollo Urbano para alguna de estas áreas. En el año 2004 (actualizado en 2008) se conformó el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Municipio Othón P. Blanco que contempla dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) aquella que corresponde territorialmente a la zona de estudio y que además conforma actualmente la Delegación Administrativa del ejido Lázaro Cárdenas (Chacchoben), de esta manera para la operación de las UGA's se aplicaron diversos formatos con el objeto de sustentar el ordenamiento territorial del Programa por conducto de criterios ecológicos, una de ellas es la relativa al identificador Ga-27 afín con una de las localidades ubicadas dentro de la región.

#### AFINIDAD DEL PROYECTO CON LAS POLÍTICAS AMBIENTALES

Nombre: Lázaro Cárdenas		Identificador: Ga-27
Políticas: Aprovechamiento		
Usos		
Predominante		Compatibles
Ganadería		Agricultura, Agroforestería, Apicultura, Ecoturismo, Forestal, Manejo de flora y fauna, Silvicultura, Turismo.
Condicionados		Incompatibles
Acuicultura, Asentamientos Humanos, Caza, Extracción Pétreo, Industria		ANP, Aprovechamiento acuífero, Centro de población, Corredor Natural, Equipamiento, Infraestructura, Pesca
Criterios		
TA	Turismo Alternativo	02
Pe	Pesca	
Ma	Marinas	
CG	Campos de Golf	02
Den	Densidad	
BM	Bancos de Material	02, 04, 08
Man	Manglares	
Gan	Ganadería	03
Acu	Acuicultura	01
ZFMT	ZoFeMaT	
Fa	Fauna	06

MRS	Manejo de Residuos Sólidos	07, 09
MRL	Manejo de Residuos Líquidos	05
Agr	Agricultura	01
Flo	Flora	01, 04, 08, 09, 10, 11
Urb	Áreas Urbanas	
Ind	Industria	01, 02, 04, 05
CyC	Carreteras y Caminos	05, 06
IBS	Infraestructura Básica y de Servicios	04
Cons	Construcción	11, 14, 15, 16
AA	Aprovechamiento del acuífero	02, 05
CoCo	Control de la Contaminación	03
ANP	Áreas Naturales Protegidas	
ZLC	Zona Litoral Costera	
AN	Actividades Náuticas	
UMA	UMA	01
Ecoex	Ecosistemas excepcionales	

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Bacalar. Actualizado en 2008.

<b>Criterios específicos de aplicación diferencial a la Unidad de Gestión Ambiental Ga-27</b>	
Turismo Alternativo	
Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborarse un programa de manejo.	TA-02
Campos de Golf	
Se prohíben los campos de Golf.	CG-02
Bancos de Material	
Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción material.	BM-02
No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	BM-04
No se permite el uso de bancos de material como rellenos sanitarios.	BM-08
Ganadería	
Las áreas de estabulación para ganado deberán evitar filtraciones al subsuelo.	Gan-03
Acuicultura	
Se permiten proyectos productivos de acuicultura con especies nativas en estanquería cerrada, que sean autorizados	Acu-01

por la SEMARNAT.	
Fauna	
Solo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS).	Fa-06
Manejo de Residuos Sólidos	
Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.	MRS-07
No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte	MRS-09
Manejo de Residuos Líquidos	
Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.	MRL-05
Agricultura	
En la preparación del terreno para las actividades agrícolas se deberá usar el método de tumba, roza y pica, queda estrictamente prohibida la utilización del fuego.	Agr-01
Flora	
El aprovechamiento de los recursos forestales estará supeditado a un Programa de Manejo aprobado por la SEMARNAT.	Flo-01
Las unidades de producción forestal deberán contar con un Programa de Manejo autorizado por la SEMARNAT a través de la evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, que deberá garantizar la permanencia de corredores faunísticos. Además, se deberán crear viveros para la reproducción y propagación de las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	Flo-04
Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá, llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados. Una vez terminadas las obras, se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción, (derechos de vías, caminos laterales, etc.), usando únicamente especies nativas, por lo que queda prohibido para esta actividad, el uso del Pino del mar ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ), Framboyán ( <i>Delonix regia</i> ), Tulipán africano ( <i>Spathodea campanulata</i> ) y Almendro ( <i>terminala cattapa</i> ).	Flo-08
El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los arboles de al menos 30 cm de diametro en concordancia con la evaluación de Impacto Ambiental correspondiente	Flo-09
Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el Pino de mar ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ), Framboyán ( <i>Delonix regia</i> ), Tulipán africano ( <i>Spathodea campanulata</i> ) y Almendro ( <i>terminala cattapa</i> ). Se restablecerá la flora y la fauna.	Flo-10
Exclusivamente para áreas verdes jardinadas se permite el uso de especies exóticas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida.	Flo-11
Industria	
Las industrias que se establezcan deberán usar prioritariamente insumos biodegradables a corto plazo y deberán apegarse a la NOM-001-SEMARNAT-1996	Ind-01
Tanto en la etapa de planeación, diseño, construcción y funcionamiento de las industrias, deberán incurirse provisiones adecuadas para minimizar los efectos adversos al ambiente, siguiendo la normatividad existente para cada caso particular.	Ind-02
No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.	Ind-04
No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	Ind-05

Carreteras y Caminos	
En las orillas de caminos rurales, mas alla del Derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	CyC-05
Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	CyC-06
Infraestructura Básica y de Servicios	
Se prohíbe la construcción de cualquier tipo de infraestructura básica y de servicios.	IBS-03
Construcción	
El almacenamiento y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	Cons-11
Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance del mismo.	Cons-14
Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 m de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cársica.	Cons-15
Se prohíbe la construcción y modificación de escurrimientos pluviales.	Cons-16
Aprovechamiento del Acuífero	
Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abastos, calidad del agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	AA-02
No se permite la construcción de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS), con fines de repoblación, recreación o uso cinegético.	AA-05
Control de la Contaminación	
Solo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	CoCo-03
UMA	
Se permite la construcción de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA'S), con fines de repoblación, recreación o uso cinegético.	UMA-01

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Bacalar. Actualizado en 2008

### CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN OBLIGATORIA PARA TODAS LAS UGA'S, AFINES A ESTE PROYECTO

Crterios Generales
7. Se prohíbe la quema a cielo abierto de residuos sólidos.
8. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.
21. Se debe dar preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes en lugar de construir nuevas.
22. En los laterales del Derecho de vía solo se permite el <i>aclareo</i> manual.
23. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.
24. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.
25. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del

rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.
36. Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
48. Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.
<i>Aclareo:</i> Labor efectuada a mano o mecánicamente que consiste en quitar el exceso de plantas nacidas en cultivo, con el objeto de ayudar el desarrollo de las restantes. Hacer claros, interrumpir, la continuidad de los estratos de vegetación arbórea o arbustiva e incluso en hojas, ramas o frutos.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna Bacalar. Actualizado en 2008

Es de considerarse que la actual administración del nuevo municipio conformado de Bacalar (2011-2015), afirmó que el crecimiento urbano del Ayuntamiento se encuentra frenado, debido a que no se cuenta aún con el Programa de Desarrollo Urbano que permite establecer las áreas de vivienda urbana e industria turística.

Eventualmente se debe contar con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), por un lado para el uso de las tierras ya sea para su incorporación al suelo urbano o ya sea para su reserva en el sistema ambiental natural; lo anterior conlleva a que la población asentada en localidades rurales puedan tener mayor certeza jurídica y de esta forma pueda crecer la mancha urbana en forma ordenada de dichas localidades.

*“...Tenemos que crear las bases para tener un ordenamiento para el municipio lo primero que tenemos que tener es tener un programa de desarrollo urbano para Bacalar que hoy no tenemos en donde establezcamos el área de vivienda y urbana para la industria junto con el POEL para el uso de suelo...”*<sup>23</sup>

El funcionario municipal aseguró que aún no se tiene la certeza jurídica de algunas tierras del ayuntamiento de Bacalar, al carecer del Programa de Desarrollo Urbano (PDU) y de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) en consecuencia no se puede invertir en industria turística.

Aduce el político que existen varios empresarios que tienen firme interés de invertir en centros comerciales y hoteles entre otro tipo de comercios, sin embargo, hasta que se tenga el uso de suelo y certeza jurídica de las tierras se podrá tomar en cuenta dichas inversiones, por lo que por el momento tanto el desarrollo urbano como el crecimiento de la industria turística se encuentran detenidos.

*“...Lo que nos piden es tener un Programa de Desarrollo Urbano (PDU) y de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), con lo cual se le pueda dar una certeza jurídica a las personas interesadas en adquirir alguna extensión de tierra...”*<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Presidente del Concejo municipal de Bacalar, Francisco Flota Medrano en: <http://www.visionpeninsular.com.mx/nota.php?nota=43558>

<sup>24</sup> Ídem.

Una vez que todo se encuentre conformado administrativamente el Municipio de Bacalar y en consecuencia en regla la economía del ayuntamiento, es de suponerse que será activada trayendo consigo grandes benéficos, como empleos para la población regional.

En tal virtud, la ausencia de normatividad urbana-ambiental para el resto de la región es considerablemente preocupante, con ello se carece de reglamentación que incentive el regulamiento para el crecimiento ordenado de la mancha urbana de los centros de población, al no contemplarse se provoca el uso inadecuado del suelo apto o no apto para el desarrollo urbano y la posible afectación de los ecosistemas existentes ya de por sí “tocados” por el ser humano.

Por ello se manifiestan como principales políticas a alcanzar para la zona del proyecto cuya dinámica urbana demanda atención prioritaria:

- **Lázaro Cárdenas** por la falta del Plan Director de Desarrollo Urbano Municipal. Como se observa en líneas que anteceden, el centro de población se ubica dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar.
- **Polyuc** por la falta de normatividad que prevea el crecimiento ordenado y la creación de un Programa Sectorial de Desarrollo Urbano, así como de un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional.
- **Chunhub** como asentamiento rural antiguo (histórico) y de mayor importancia, por la falta de normatividad que prevea el crecimiento ordenado y la creación del Programa Sectorial de Desarrollo Urbano, y del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional.
- El área geográfica regional donde se localiza el proyecto es parte de toda una extensión de terreno donde el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) aún no ha realizado estudios de prospección arqueológica y sólo se cuenta con información de un sitio arqueológico localizado en el área de influencia (Chacchoben) y de una población moderna con monumento histórico colonial (iglesia del poblado de Chunhub).

La planificación del desarrollo urbano-ambiental regional es una necesidad para regular y ordenar su constante crecimiento. Independientemente de la cercanía de la localidad de Bacalar con respecto de la Ciudad de Chetumal (ubicada a escasos 48 kilómetros de ésta y a 10 kilómetros de Lázaro Cárdenas), es un centro de referencia para la concurrencia de la población en una vasta zona regional, situación propiciada por la búsqueda de bienes, servicios y equipamiento; a la vez se constituye como una pieza fundamental para organizar el espacio de la actividad del sector turismo.

En este contexto, es pertinente asentar que para efectos del estudio, el crecimiento demográfico de Bacalar como polo de atracción, incluye el de su zona de influencia, ya que genera nuevas necesidades en equipamiento y servicios que tienden a concentrarse en la localidad.



Por lo anterior, la planeación urbana-ambiental en la región es importante llevarla a cabo, ejecutándose de tal manera que la Administración Pública en sus tres esferas de competencia debe emprender para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los sectores público, social y privado enfocadas a la elaboración de los programas respectivos, que son: los regionales, locales o municipales y sectoriales.

La carencia de planeación es visible en la región, un tanto por la irresponsabilidad administrativa y falta de voluntad política de las autoridades involucradas en su planeación, regulación, control, manejo y tratamiento, que establezcan criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región, así como la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos, precisándose su ejecución, evaluación, seguimiento y modificación para que sean considerados dentro de los planes de desarrollo urbano.

Así mismo, la planeación del desarrollo urbano, para que contribuya al logro de los objetivos ambientales, se debe respaldar con los criterios que los planes y programas de desarrollo urbano deben tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidos en las disposiciones legales y políticas respectivas; en la determinación de usos del suelo, debe buscar lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y así evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización o dispersión extensiva.

En la fijación de áreas para el crecimiento de los centros de población ubicados en el área de influencia, deberá fomentar la mezcla de usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y así se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental (por ejemplo la región Laguna Bacalar) de tal manera que ello llevará a manejar en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos.

### **2.1.2 Medios de comunicación (carreteras).**

A fin de mantener en condiciones óptimas de operatividad la red federal de carreteras a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la dependencia federal aplica en trabajos de Conservación y Modernización de 910.3 kilómetros, una inversión de 235.8 millones de pesos.<sup>25</sup>

El Programa de Conservación y Modernización de carreteras federales se subdivide en Conservación rutinaria y periódica, conservación de puentes, atención a puntos de conflicto y conservación periódica de puentes.

---

<sup>25</sup> [http://zonainformativa.com/noticias.php?id\\_noticia=13231&seccion=4](http://zonainformativa.com/noticias.php?id_noticia=13231&seccion=4)

De estos recursos se destinan 142 millones de pesos para la conservación periódica de 147.7 kilómetros de carreteras en donde en diferentes puntos de la red se aplicarán carpetas, microcarpetas y riego de sello. Por lo que corresponde a la conservación rutinaria se aplica una inversión de 72.2 millones de pesos para atender todo el kilometraje que integra la red federal de carreteras a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con trabajos de desyerbes, bacheos, limpieza de cunetas, alcantarillas, renivelaciones aisladas, señalamiento horizontal, vertical, barreras de protección y conservación rutinaria de 54 puentes.

Estas obras de conservación y mantenimiento garantizan un mejor enlace entre la zona norte, centro y sur de la entidad, hacia los estados vecinos y centro del país, permitiendo un tránsito cómodo y seguro a los diferentes destinos turísticos de Quintana Roo; asimismo, se mejora el nivel de servicio ofrecido al proporcionar eficientes carreteras y vías de comunicación, reduciendo al máximo el número de accidentes y los tiempos de recorrido.

La conservación rutinaria y modernización se aplica en los 910.3 kilómetros en las carreteras Escárcega-Chetumal límites del estado de Campeche y del estado de Quintana Roo-Chetumal con una longitud total de 119.80 kilómetros incluido el Ramal a Subteniente López; Carretera Reforma Agraria –Puerto Juárez tramo Reforma Agraria–Felipe Carrillo Puerto longitud total de 150.80 kilómetros; Felipe Carrillo Puerto-Tulum con una longitud total de 92.5 kilómetros; Tulum-Cancún incluido el entronque Aeropuerto Cancún con una longitud total de 185.26 kilómetros; carretera Mérida–Puerto Juárez tramo límites del estado de Yucatán y del estado de Quintana Roo-Cancún longitud total de 71.72 kilómetros; *carretera Lázaro Cárdenas–Polyuc vía corta a Mérida longitud total de 99.5 kilómetros*; carretera Muna–Felipe Carrillo Puerto, tramo límites Yucatán con el estado de Quintana Roo-Felipe Carrillo Puerto longitud total de 92.03 kilómetros; carretera Valladolid-Felipe Carrillo Puerto tramo límites estado de Yucatán con el estado de Quintana Roo-Felipe Carrillo-Puerto longitud total de 98.15 kilómetros; Conservación rutinaria de 54 puentes de la Red Federal carretera libre de peaje.<sup>26</sup>

Por lo que corresponde a los recursos destinados por la administración estatal a través de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional (SEPLADER), se destinaron más de mil millones de pesos aplicados para la renovación de las carreteras y la construcción de nuevas vías en toda la entidad.

Uno de los rubros que mayores recursos que se obtuvo fue el referido a infraestructura carretera, por lo que se programaron obras emblemáticas como la modernización de la ruta *Lázaro Cárdenas-Polyuc-Dziuché (vía corta a Mérida)*, con una inversión de 250 millones de pesos; y también concluir el acceso a Cancún por el kilómetro 292 y la avenida López Portillo y la vía al embarcadero Isla Mujeres, con una inversión total de 200 millones de pesos.

---

<sup>26</sup> *Ibid.*

Se realizaron además libramientos en las ciudades de Felipe Carrillo Puerto y Tulum, con una inversión superior a los 160 millones de pesos, pero además destacan obras en zonas rurales, como es la ampliación de la carretera Ucum-La Unión, la zona agrícola más importante de la entidad, con un monto de 50 millones de pesos.

Aunado a lo anterior, se destinaron poco más de 170 millones de pesos para el mantenimiento general de las vías estatales, para de esta manera tener carreteras que permitan articular toda la entidad y comunicarla de manera adecuada. Con la realización de obras como las mencionadas, se lograron avances sustanciales en la consolidación del desarrollo estatal en el año 2012.<sup>27</sup>

Dichas obras, cuya inversión tiene una composición de recursos de participación gubernamental, cumplen con estrictos requerimientos marcados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que obligan al Programa de Infraestructura Básica para la Atención de los Pueblos Indígenas (PIBAI), a que las obras sean mediante *especificaciones Tipo C* (las carreteras se realizan con carpetas asfálticas de siete metros de ancho y cinco centímetros de espesor, supliendo las carreteras pavimentadas con riego de sello), lo que representa carreteras de primer nivel y durabilidad.

La importancia de estos trabajos, no tan sólo por la derrama económica que representa, sino porque con ello la administración estatal contribuye a hacer más llano el camino de las familias de las poblaciones beneficiadas, quienes han manifestado su alegría por las obras, pues entre otras cosas les permite transportar sus productos de manera rápida logrando de esa forma un ahorro en su economía; así como trasladar a sus enfermos a los centros de salud cercanos; mientras que a los jóvenes hacerles más ágil el camino a sus escuelas, en caso de tener que salir a alguna comunidad aledaña.<sup>28</sup>

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dio inicio con el proceso de licitación de la modernización y ampliación de la vía corta a Mérida y la carretera Kantunilkín-Chiquilá, como parte del programa de ampliación y modernización de la infraestructura carretera para Quintana Roo, incluida en el Programa de Egresos de la Federación (PEF) en 2012.

En este rubro se trata de tres licitaciones, dos para la ampliación y modernización de 7 a 12 metros de ancho de corona de 8 kilómetros de la carretera vía corta Chetumal-Mérida, en el tramo Lázaro Cárdenas-Polyuc, sub-tramo del km. 33+000 al km 37+000 (4 kms.) y del km. 37+000 al km. 41+000 (4 kms).

El aforo vehicular de esta carretera es diariamente de un promedio de 1,600 vehículos, que contarán con un enlace eficiente entre la zona centro y sur del estado y entre los estados de Yucatán y Quintana Roo.

<sup>27</sup>[http://zonainformativa.com/noticias.php?id\\_noticia=10929&seccion=14](http://zonainformativa.com/noticias.php?id_noticia=10929&seccion=14)

<sup>28</sup><http://www.quintanarooografico.com/archives/13707>

### 2.1.3 Predicción de impactos, medidas preventivas regionales y locales.

La regulación de los usos del suelo, la zonificación y el ordenamiento ecológico del territorio, son parte de la plataforma de la protección ambiental y en general de cualquier territorio que se pretenda cuidar, ello, en tanto el Programa Ambiental de Ordenamiento Territorial (PAOT) como instrumento de política ambiental es la base para determinar si alguna actividad puede o no efectuarse dentro de la región, y con ello *prevenir* o evitar que el mismo se altere, dañe o perjudique, afectando al ambiente socio-natural, así como para promover que se le dé a los diversos terrenos, un uso respecto al cual sean aptos y también propiciar su adecuado aprovechamiento.

Es por lo anterior que, a nivel regional se hace necesario contar con Programas de Ordenamiento Territoriales adecuados; sin embargo elaborarlos no es nada sencillo, se requiere de estudios complejos que garanticen el conocimiento del estado real de la región en análisis, para con base en ello tomar decisiones y evitar o minimizar el posible deterioro ambiental.

Como instrumento de política ambiental, el Ordenamiento del Territorio está contemplado a nivel Federal por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y por la Ley General de los Asentamientos Humanos<sup>29</sup> y las respectivas leyes estatales emanadas de las mismas.

Lógicamente, al ser el Ordenamiento del Territorio (urbano-ecológico-ambiental), éste se encuentra vinculado con otros, tal y como es el caso de la evaluación del impacto ambiental, cuya finalidad es la *prevención* del daño y deterioro ambiental al entorno de esta región del sureste mexicano al determinar la factibilidad de llevar a cabo o no una actividad. Ambos instrumentos se encuentran ligados en virtud de que para poder efectuar determinadas obras o actividades, de conformidad con la legislación correspondiente, se debe contar tanto con la autorización de impacto ambiental, como con un certificado de zonificación y uso de suelo que determinen que la actividad es permitida y compatible con el sitio de estudio donde se pretende llevar a cabo la construcción (modernización) de la carretera y que no se ocasionarán daños, en otras palabras, el alcance de dicha herramienta administrativa radica en promover y propiciar un adecuado *desarrollo sustentable*.

En estos temas, las autoridades han demostrado que falta coordinación entre ellas, capacitación y que además falta cubrir vacíos que complican que ellas mismas

---

<sup>29</sup> En el capítulo tercero de la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) se establece que la ordenación de los asentamientos humanos se llevará a cabo a través de planes y programas en el marco de la competencia de los tres niveles de gobierno. La LGAH faculta a los estados para que legislen en la materia no sólo en lo referente a las entidades federativas, sino en cada municipio que los componen. Dichas facultades se reglamentan en las Leyes de Desarrollo Urbano de cada entidad federativa, las que además determinan los instrumentos para llevar a cabo la planeación y ordenación del uso y destinos del suelo en el territorio del estado mediante el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, los Programas Municipales de Desarrollo Urbano y los programas de Centros de Población.

puedan desempeñar cabalmente las distintas funciones que les han sido encomendadas y dar cumplimiento a la legislación vigente.

Lo anterior queda evidenciado en lo anacrónico de dichos ordenamientos, en virtud de que requieren ser renovados con cierta periodicidad para que los mismos sean eficaces y cumplan con las necesidades del momento.

En este sentido, la experiencia propia ha demostrado de las carencias administrativas y jurídicas contempladas en el artículo 11, fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, resalta el exceso de discrecionalidad en favor de la autoridad, para definir si un proyecto requiere de una manifestación de impacto ambiental, modalidad particular o regional,<sup>30</sup> actuando de una manera proteccionista, lo cual sin lugar a dudas es comprensible, en razón de que en caso de no actuar de esa manera, es casi inminente que el funcionario público se haga acreedor a una responsabilidad administrativa.

Por otro lado, en cuanto a las definiciones y conceptos aplicables en el tema, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en la materia, hacen mención a una serie de definiciones y conceptos los cuales son indispensables para la aplicación de la ley, encontrándolas en la verdadera ambigüedad como la de “ecosistemas costeros” que aun y cuando la ley establece la definición de ecosistemas,<sup>31</sup> la realidad es que el término en lugar despejar la inquietud la exalta aún más, por lo que la forma de resolver por parte de la autoridad es mediante criterios internos los cuales son equivalentes a una clara inseguridad jurídica para el especialista.

De esta manera, es evidente que las reglas para la protección del impacto ambiental regional se inician desde la perspectiva jurídica que adolecen de diversas irregularidades que deben ser atendidas a la brevedad, por lo que con el objeto de implementar las siguientes medidas de prevención propositivas regionales, se sugiere lo siguiente:

- Reformar (actualizar) la legislación, definiendo métodos y herramientas de identificación y *previsión de impactos ambientales*, para evitar la subjetividad de datos poco confiables, o simplemente no existe la información que se solicita, o bien es imposible generarla.
- Vincular la *evaluación de impacto ambiental* con los programas de ordenamiento del territorio urbanos y ecológicos, que contemplaría la regulación de los usos del suelo prevista en la legislación sobre

---

<sup>30</sup> Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Señala que requerirán de manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, todos los proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

<sup>31</sup> La ley la define como: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre si y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado.

asentamientos humanos, lo anterior a través de la generación de información ambiental a detalle, lo cual dará herramientas a la autoridad para identificar los desequilibrios ambientales regionales derivados del proyecto en ejecución.

Por lo que se refiere a las medidas preventivas locales, debe tenerse en cuenta la magnitud del impacto sobre factores ambientales que se realiza en términos cuantitativos y cualitativos, según la distribución en el espacio, el tiempo, su persistencia y el nivel de reversibilidad de los mismos. El grado de prevención de las alteraciones en el medio ambiente local, depende de las variables del medio y de la metodología utilizada para la prevención por la construcción de la carretera. El grado de fiabilidad de la previsión aumenta con el desarrollo del proyecto, pero es preferible y más efectivo elegir alternativas antes de que empiecen los posibles impactos locales. Las medidas preventivas de las alteraciones es causada en muchos casos y como se ha descrito anteriormente, por la posible carencia de información detallada o subjetividad de datos sobre elementos del proyecto que pueden resultar importantes desde un punto de vista ambiental local.

Para un primer acercamiento preventivo, a continuación se analizan los elementos y procesos del medio ambiente local que pueden ser afectados por la construcción de la carretera. La zona de influencia difiere con cada componente afectado además de la variabilidad de los parámetros de cada uno. No todos los factores son alterados directamente por una acción determinada (ya sea en cualquiera del desarrollo de sus fases: preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento o abandono del sitio), sin embargo, lo pueden ser indirectamente.

Antes de pasar al análisis, no menos importante es aducir que la predicción y valoración de impactos es una evaluación individual a cada actividad identificada (para los alcances de este estudio, solo se limita a las actividades en su fase de construcción y operación). Para cada alternativa, se realizará una valoración de los impactos y riesgos urbano-ambientales. *Las actividades del proyecto en cita pueden mejorar (impacto positivo) o dañar (impacto negativo) el medio ambiente local.* Se describe cada impacto y se valora en cuanto a una serie de criterios dictados en el capítulo 3 del presente estudio (Identificación de los tipos de impactos y Determinación de impactos y medidas de mitigación).

Así pues, se proceden a detectar preventivamente las medidas causadas por la construcción de la carretera mediante un análisis de sus componentes físicos, naturales y económicos:

El INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) reporta en su carta de uso de suelo y vegetación escala 1: 250,000 que el uso del suelo en esta zona es selva mediana subperennifolia con manchones de vegetación secundaria

arbustiva y arbórea; así mismo se localizan áreas que se componen por la selva baja subperennifolia.

Debido a que el cien por ciento del desarrollo de esta vialidad sigue la trayectoria del camino existente y su derecho de vía, los impactos que se darán sobre al ambiente se reducirán o en todo caso serán mínimos donde sólo se afectará el área que indique el proyecto de tal modo que los impactos no se magnifiquen, además la vegetación de la zona se afectará en mínima parte, no obstante que ésta tiene un alto grado de disturbio debido a las actividades que desarrolla la población de estos lugares sobre el derecho de vía del camino y a las labores agrícolas nómadas y ganaderas que se practican en la región; por otra parte, las autoridades competentes le dan mantenimiento al derecho de vía mediante la quema de la vegetación controlada, como una medida de mantenimiento precautoria ante una posible contingencia ambiental natural (incendio forestal).

#### *Delimitación del área de estudio preliminar*

- *Dimensiones.*

El proyecto de la vialidad tiene una longitud de 99,840 m (99.840 km), tiene un ancho de corona de 12.00 m y un ancho de calzada de 7.00 m; su derecho de vía es de 2.5 m a cada lado del eje del camino.

- *Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto.*

Se ampliará la vía mediante la construcción del acotamiento a 2.5 m por cada lado, la vialidad que se clasifica como camino federal contará con dicha ampliación a lo largo de 99.84 kms que dará inicio en la localidad Lázaro Cárdenas y finalizando en la comunidad Polyuc, ello implica que sus actividades se desglosen en: Preparación del sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono.

- *Conjunto y tipo de obras y actividades a desarrollar.*

Del conjunto de obras antes descrito, se señala el tipo de obras a desarrollar: construcción de terracerías, pavimentos, construcción de señalamiento vertical y horizontal, barreras de protección, etc.

- *Radios de afectación (emisiones, descargas y/o eventos de riesgo).*

Los desechos que genere esta obra será el material producto de despalme y se empleará en gran parte para el arroje de taludes, los sobrantes se esparcirán en el derecho de vía del camino; una parte del material producto de los cortes y excavaciones se empleará en la formación de terraplenes (278,571.93 m<sup>3</sup>) y capa subrasante (767,641.02 m<sup>3</sup>).<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Información propia con base en el estudio de geotecnia.

- *Características de obras y actividades complementarias (infraestructura) y/o asociadas y conexas.*

Dentro de las actividades complementarias, estará la construcción de campamentos para oficinas, dormitorios, comedores y patios para maquinaria, etc.

- *Insumos, servicios y desechos, mano de obra, factores sociales y económicos.*

Durante la etapa de construcción de esta vialidad se generará demanda de mano de obra temporal no calificada y calificada; para satisfacer esta demanda se empleará en su mayor parte a personal que habita en las comunidades de Lázaro Cárdenas, Manuel Ávila Camacho, Los Divorciados, La Pantera, Vallehermoso, Chunhuhub y diversas rancherías asentadas a lo largo del proyecto. De acuerdo a lo anterior vemos que el área de influencia de la obra es en términos territoriales sólo la superficie que ocupará la obra y su derecho de vía. En lo social y económico la influencia de la obra se extiende a los centros de población cercanos y municipios vecinos de la misma entidad y hacia localidades próximas de los estados de Yucatán y Campeche.

Como se puede observar, existe un gran vacío normativo en materia urbano-ambiental en los distintos cuerpos legales que se han mencionado y que tiene que ver con las vías de comunicaciones terrestres, es decir, las consideraciones técnico-normativas para el mantenimiento del proyecto vial es de utilidad pública, a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes le corresponde declarar y fundar administrativamente y en nombre del Estado la expropiación de terrenos, construcciones, aguas y materiales de propiedad particular que se requieran para el mejoramiento de la vía, y para llevarlo a cabo se fundamenta principalmente en la Ley de Vías Generales de Comunicación.

Bajo este esquema, la zona de estudio al carecer de documentos normativos de ordenamiento territorial, se interrelaciona la información con los siguientes criterios, con el propósito de poder identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto.

- *Rasgos geomorfoedafológicos*

#### *Relieve*

El relieve está constituido principalmente por lomeríos bajos cuya máxima altitud alcanza 216 metros y la mínima es del orden de 30 metros. Este conjunto de lomeríos localizados en la parte media y occidental de la región, está caracterizado por la presencia de frecuentes depresiones y pequeñas cimas. Interrumpen a estos lomeríos grandes áreas de menor relieve casi planas, en la zona centro occidental con altitudes de 110 a 140 metros.



El drenaje normalmente es subterráneo y el nivel freático aflora en algunas depresiones pequeñas (cenotes) o en grandes lagunas, con frecuencia intermitentes o someras, localizadas en las áreas de relieve más llano.

### *Hidrografía*

Las condiciones de su relieve permiten que se desarrollen procesos relacionados con la acumulación de agua, como los cenotes y propicia que no existan puntos de mineralización. No se presentan escurrimientos superficiales, la losa calcárea sobre la que se encuentra permite la infiltración del agua que aportan las lluvias. Otro factor que contribuye a esto, es la densidad de su vegetación.

### *Geología*

En la zona de estudio predomina el suelo de tipo calizo que por su origen, los sedimentos son materiales formados como consecuencia de la actividad química o mecánica ejercida por los agentes de denudación sobre las rocas preexistentes, depositándose en forma estratificada, capa por capa, en la superficie de la litósfera. La petrificación de los sedimentos a temperaturas y presiones relativamente, bajas, conduce a la formación de las rocas sedimentarias.

Características y minerología: No clásticas o químicas. Roca química constituida por la precipitación del carbonato de calcio; se denominan calizas a aquellas rocas sedimentarias en las cuales la porción carbonosa está compuesta principalmente de mineral de calcita.

### *Edafología*

Los suelos que predominan en esta parte territorial son las rendzinas, a las cuales se asocian los litosoles. Son suelos poco evolucionados, poco profundos y pedregosos, no aptos para la agricultura. En esta área existen luvisoles, que son suelos fértiles y aptos para la ganadería.

- *Tipos de vegetación*

Los tipos de vegetación que existen en la zona de estudio se componen por la selva mediana subperennifolia y la selva baja subperennifolia con manchones de vegetación secundaria arbustiva y arbórea; la primer comunidad está compuesta por tres estratos: El arbóreo con una altura de 15 a 20 metros y con algunos individuos emergentes de más de 20 metros. El diámetro predominante de los troncos es de entre 37 y 48 centímetros, aunque en algunos casos pueden llegar a 130 centímetros. Un caso excepcional observado es el de un árbol de caoba cuyo tronco tiene un diámetro de 250 cm. El estrato arbustivo tiene hasta 3 metros de altura. En los sitios en donde los diámetros a la altura de pecho (DAP) de los árboles son pequeños, forman una cortina de vegetación difícil de cruzar. El estrato herbáceo siempre presente varía en altura y extensión dependiendo de la densidad y cobertura de los otros estratos. Las plantas epífitas y los bejucos no son abundantes, pero es

posible encontrarlas en los troncos de los árboles altos y viejos. El suelo donde se desarrolla esta selva es poco profundo, de color negro, con una capa de humus de 3 cm de espesor, en algunos sitios se inunda debido al deficiente drenaje; el porcentaje de suelo desnudo es bajo y la rocosidad menor del 2%. La segunda comunidad se desarrolla en depresiones de terreno con suelos poco permeables (ak'alché), que presentan poca materia orgánica, poca afloración rocosa y son oscuros con drenaje muy lento (Flores y Espejel, 1994).

Estas selvas suelen ser poco diversas y cuentan con unas 110 especies vegetales, dominando aquellas micrófilas, de troncos torcidos, copas estratificadas y espinas. Algunas de las especies más características son: *Acoelorrhaphe wrightii*, *Dalbergia glabra*, *Bucida spinosa*, *Bucida buceras*, *Haematoxylon campechianum*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Erythroxylon confusum*, *Randia aculeata*, *Cameraria latifolia* y *Jacquinia aurantiaca*, entre otras (Olmsted y Durán 1986, 1990). Estas especies son capaces de vivir en suelos inundados todo el año aunque también soportan prolongadas sequías (Olmsted y Durán 1986).

- *Fauna*

La fauna silvestre tiene una relevancia considerable debido a que muchas de las especies que se presentan, se encuentran bajo una categoría de protección. De las 214 especies de aves reportadas por un estudio avifaunístico en la región del sur de Quintana Roo, 79 se encuentran en alguna de las categorías establecidas por la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es pertinente resaltar que Whigham considera, a partir de un estudio realizado en una propiedad privada situada a 10 km al sur de Puerto Morelos (Quintana Roo), que el tipo de aprovechamiento selectivo practicado en casi toda la región no parece tener una influencia perceptible en las aves neotropicales migratorias ni en la mayor parte de las especies de aves residentes.

Entre los mamíferos se presentan el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*), Jabalí de collar (*Tayassu tajacu*), Tepezcuitle (*Agouti paca*), Sereque (*Dasyprocta punctata*), Tlacuache (*Didelphis marsupialis*), Mapache (*Procyon lotor*), Tejón (*Nasua narica*), Ardilla (*Sciurus aureogaster*), Armadillo (*Cabassous centralis*), Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), felinos como el Jaguar (*Panthera onca*) y el Ocelote (*Felis pardalis*).

La comunidad de quirópteros está compuesta principalmente por *Glosophaga soricina*, *Artibeus jamaicensis*, *Myotis nigricans*, *Desmodus rotundus*, *Sturnira lilium*, y probablemente otras especies migratorias. De los reptiles que se reportan están: Boa (*Boa constrictor*), Nauyaca (*Bothrops asper*) y Cascabel (*Crotalus durissus*). Dentro de las aves se reportan: Pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*), Chachalaca (*Ortalis vetula*), Hocofoisan (*Crax rubra*), Loro (*Amazona xantolora*) y Perdiz (*Cryptellus ocellata*).

Existen varias especies de fauna que aparecen en la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010. Entre éstas destacan los siguientes: el Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), Jaguar (*Panthera onca*), Ocelote (*Felis pardalis*), Tapir (*Tapirus bairdii*), Mono araña (*Ateles geoffroyi*), Mono ayudador (*Alouatta pigra*), Hocofaisán (*Crax rubra*), Loro (*Amazona xantolora*) y Tucán (*Ramphastos sulphuratus*). La presencia de estas especies en el área demanda un manejo apropiado para contribuir a su conservación. Por este motivo en 1999 se llevó a cabo un estudio de la fauna silvestre en la región, a partir del cual se determinó con base en la estimación del número de individuos presentes de cada especie animal analizada, que podía extraerse 20% de las poblaciones a través de la cacería tradicional para autoconsumo. La evaluación del aprovechamiento tradicional de fauna silvestre realizada por el equipo de fauna de la Sociedad Civil de Productores Forestales Ejidales del Estado de Quintana Roo, S.C. consideró a los siguientes animales: Jabalí, Jabalí labio blanco, Tejón, Venado cola blanca, Venado Temazate, Tepezcuintle, Armadillo, Sereque, Faisán, Pavo y Pederniz.

Visto lo anterior, la Región cuenta con aptitudes territoriales suficientes para su desarrollo en forma ordenada:

- Por su localización geográfica, constituye un centro intermedio en un área de gran potencial de desarrollo, en especial en los aspectos turísticos por su cercanía con la Laguna de Bacalar.
- La belleza natural de su entorno y su cercanía con centros de oferta potencialmente Chetumal, Quintana Roo y Mérida, Yucatán.
- Sus patrones de crecimiento, que si bien actualmente no están planificados, conservan la posibilidad de generar una estructura urbana en la que concilie desarrollo y crecimiento.
- Todas las localidades son pequeñas (menores de 15 mil habitantes) por lo que a pesar de los impactos producidos por las actividades productivas, en especial la ganadería y la agricultura que han deforestado zonas, los impactos por la penetración humana no son considerables.

En general, a pesar de ciertas zonas alteradas, sobre todo en el entorno de las localidades y en especial de la franja que une Lázaro Cárdenas con Polyuc, el ecosistema regional y local de la zona aún mantiene su equilibrio.

No obstante, la inadecuada o insuficiente planeación urbana-ambiental provoca que la problemática en la Región consista en:

- El cuidado que se debe tener en la preservación del ambiente.
- Dependencia de una mejor estructuración regional para su desarrollo.
- Necesidad de equipamiento e infraestructura para sus áreas de expansión interna.

Es importante considerar, que si bien se localizan fuera de la zona de influencia regional, al norte de la misma se localizan dos áreas naturales protegidas, la reserva de la Biosfera de Sian' Kaan, con una superficie de 528,147 Ha lo que la ubica como la más grande del estado; Uaymil con una superficie de 89,118 Ha ubicada entre los municipios de Othón P. Blanco y Carrillo Puerto.

La síntesis del análisis del medio natural permite conocer cuál es la aptitud territorial de la zona en la que se ubica el proyecto. Al respecto, como medida preventiva, en la zona de influencia será conveniente reglamentar los usos del suelo y en su caso desalentar el impulso a la ganadería ya que la formación de pastizales, propicia la deforestación, misma que sobre un suelo pobre degrada y erosiona el suelo.

Por otra parte, también se debe desalentar la extracción de suelo para la construcción, ya que la misma propicia deforestación y modifica las condiciones naturales de la zona.

- *Límites político-administrativos*

La vía se ubica en el centro occidente del estado de Quintana Roo, en el centro sur del municipio de Bacalar y en la parte sur occidental del municipio de Felipe Carrillo Puerto, muy próximo al municipio de José María Morelos.

- *Unidades productivas*

En cuanto a la agricultura de acuerdo con datos de la Enciclopedia de Quintana Roo (2001), el municipio de Felipe Carrillo Puerto tiene 7,126 unidades de producción rural, que ocupan una superficie de 332 830.8 ha. de las cuales 29 972.8 son de labor; 54 805.4 de pasto natural, agostadero o enmontado, 247 382.8 de bosque o selva y 669.9 hectáreas se encuentran sin vegetación. De las 29 972.8 ha de labor, 275.6 tienen riego, 27 054 son de temporal y 2 646.1 ha son de riego y temporal. En cuanto a la tenencia de la tierra de la superficie de labor, 7 675.7 ha son de propiedad privada, 22 050.6 de propiedad ejidal y 266.5 hectáreas son mixtas. Se siembra maíz, frijol, chile jalapeño, sorgo, sandía y naranja.

Lo anterior representa que de las unidades de producción, el 90.0% del territorio destinado para este uso aun cuenta con ecosistemas naturales sin alteración, el 9% son de labor agrícola, el 0.73 del suelo tuvo algún uso y el 0.27 es superficie deforestada sin ningún aprovechamiento. Asimismo, de las tierras de labor el 0.92% son de riego, mientras que el 90.3% son de temporal y el restante 8.81% sin mixtas.

Cuenta con 5,504 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación del siguiente ganado: bovino, 5 413 cabezas; porcino, 19 631; ovino, 3 488; caprino, 198; aves de corral, 1'905,600 y 24,300 colmenas.

En la actividad forestal, se cuenta con 4,399 unidades de producción rural, de las cuales 28 son de producción de especies maderables y 4,382 unidades de

recolección. En la producción forestal maderable se obtienen 23,992 m<sup>2</sup> en rollo: 6,706 de maderas preciosas y 17 286 de maderas corrientes tropicales. Se recolectan 380 unidades de producción de resina, una de barbasco, 4,351 de leña y 10 unidades de otras. Se extraen 111 toneladas de chicle.

Por otra parte, en el nuevo municipio de Bacalar las cifras que presenta la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e Indígena del Gobierno del estado de Quintana Roo (SEDARI), según datos citados en el Plan de Desarrollo Municipal 2013-2016, indican que la población de ganado 39,761 cabezas de bovinos, y las 17, 608 de ovinos ubican al municipio en el segundo lugar en ambos rubros, igualmente la superficie municipal dedicada a esta actividad económica, representa el 24% de la superficie estatal para el mismo propósito.

La misma fuente cita que la actividad apícola ubica a Bacalar en el quinto lugar de los 8 municipios que practican esta actividad con 6, 150 colmenas con un valor estimado muy significativo de \$7'380,000 pesos; la producción de miel con un total de 140 toneladas para el 2012, con un ingreso de 3 millones 359 mil 200 pesos para los apicultores locales, sitúa al municipio en el tercer lugar de los municipios del estado con producción apícola.

Asimismo, reporta una producción de 240 mil plantas producidas en viveros forestales y la autorización de 18 millones 252 mil 890 metros cúbicos de aprovechamiento maderable, lo que coloca a Bacalar entre los primeros cuatro municipios con actividad forestal económicamente viable.

La producción agrícola de maíz (25 mil toneladas), frijol (8,250 toneladas), piña (16,800 toneladas) y sorgo (12 mil 250 toneladas), representan una importante participación del municipio en el sistema agroalimentario de la entidad.

En tal virtud, puede afirmarse que:

- a) En el ámbito regional, la aptitud y capacidad de soporte del suelo, establece que la zona es apta para la explotación agrícola, misma que debe ser controlada para impedir que su existencia favorezca procesos de deforestación de la selva, con la consiguiente pérdida del suelo. Respecto a la explotación pecuaria, de ganado mayor, esta no es adecuada, ya que la generación de potreros, incide en deforestación y pérdida de suelo.
- b) En el ámbito urbano, el territorio local es adecuado para el desarrollo urbano. Sin embargo, la topografía excesivamente plana y sin pendientes dificulta la introducción de infraestructura, ya que tanto las dotaciones de agua como los sistemas de drenaje requieren de bombeos para solventar la escasez de pendientes adecuadas y en su caso depresiones, que si bien son menores, inciden en posibles estancamientos y dificultan los flujos por gravedad.

Aunque Bacalar cuenta con atractivos turísticos reconocidos nacionalmente, como lo son la Laguna de los siete colores, el Cenote Azul, el Fuerte de San Felipe, una variada gastronomía regional, una producción artesanal muy diversa, y la cuarta Zona Arqueológica más visitada de Quintana Roo, Chacchoben, la baja disponibilidad de cuartos de hotel, 263, limita el aprovechamiento productivo de estos recursos tangibles e intangibles.

A nivel local sólo el ejido Chacchoben (al cual pertenece la comunidad Lázaro Cárdenas, objeto de este estudio) realiza el aprovechamiento de sus recursos forestales de manera directa, sin delegar responsabilidad a terceros y orienta sus actividades forestales al corte y extracción de madera en rollo y su venta a pie de tocón.<sup>33</sup> No cuenta con aserradero propio. De la superficie total del ejido (18,654.41 has), el 46% (8,670 has) se ha declarado como área forestal permanente.

Por tradición, el ejido realiza el aprovechamiento de productos no maderables como el látex de chicozapote (*Manilkara zapota*), que representa una de las alternativas económicas complementarias del bosque para un número cada vez más reducido de ejidatarios. Así mismo, también se colectan hojas de palma de huano (*Sabal mexicana*) utilizada con fines de autoconsumo para techos de ranchos y palapas.

Los sitios de interés arqueológico y cultural están claramente identificados, delimitados y protegidos dentro de las tierras del ejido. La Zona Arqueológica de Chacchoben, cercana al área de estudio, es reconocida y protegida por toda la población y a nivel nacional está considerada como monumento histórico. Los habitantes participan en el manejo y administración de sus recursos forestales, arqueológicos y ecoturísticos.

La agricultura es una actividad orientada fundamentalmente al autoconsumo: maíz, frijol, chile jalapeño y sorgo forrajero. La caza es una actividad destinada al autoconsumo y forma parte de la dieta familiar, su práctica está permitida fuera del área de aprovechamiento forestal. La ganadería es una actividad realizada de manera individual con fines comerciales que se ha extendido durante los últimos años ya que representa un ingreso monetario para el productor.

Con el fin de mejorar el ingreso familiar y disminuir la emigración de los jóvenes, el ejido se ha orientado a diversificar sus actividades productivas, desarrollando proyectos que representen fuentes de empleo para la población local como son: el Pueblo Chiclero, que generarán aproximadamente 60 empleos, y el área comercial y de estacionamiento de la Zona Arqueológica Chacchoben que genera ingresos y empleos para varias familias de ejidatarios.

---

<sup>33</sup> "Tocón": Parte del tronco que queda unida a la raíz cuando se corta un árbol por el pie.

De esta manera el gran potencial ecoturístico de la zona está siendo aprovechado directamente por la población local, representando una de las principales fuentes de ingresos para la economía local.

En la medida que la administración urbana local implemente los instrumentos normativos de planificación urbana y de ordenamiento del territorio, entonces dependerá el desarrollo social y económico de los asentamientos humanos rurales. Estos asentamientos hasta entonces llamados “sustentables” generarán economías más diversificadas y dinámicas, lo cual se traduce en aumentos en la productividad, creación de empleos y riqueza, provisión de servicios básicos y absorción del crecimiento de la población, transformándose en los motores del avance económico y social.

Por otro lado, la existencia de este tipo de economía “urbana-rural” preventivamente generará los recursos necesarios para la inversión pública y privada en infraestructura, educación, salud y en el mejoramiento de las condiciones de vida, en general.

Una de las ideas centrales en la planificación locacional son los bienes y servicios mismos que estarán distribuidos territorialmente, es decir, como medida preventiva estos bienes y servicios pueden ser ofrecidos por cada localidad que variarán en cantidad y calidad. Algunos serán especializados, costosos y de consumo poco frecuente (por ejemplo, algunos servicios financieros o médicos); y otros serán más comunes, económicos y de consumo cotidiano (servicios educativos elementales, servicios primarios de salud, servicios de distribución y comercialización al menudeo). Por lo tanto, los primeros requerirán de una *población* (demanda) mayor que los segundos para posibilitar su producción y oferta.

La construcción o modernización de la carretera estará disponible para la población local y con ello el acceso a cada bien y servicio (ya sea para comprar un artículo o conseguir un servicio).

## CAPITULO 3.

### CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA Y SUS IMPACTOS TERRITORIALES URBANO-AMBIENTALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL SURESTE.

#### 3.1 Datos generales del proyecto.

En los últimos años, la infraestructura vial estatal ha sido un instrumento muy importante para detonar actividades productivas, turísticas y comerciales en el sureste mexicano, pero sobre todo para crear mayores oportunidades de empleo y bienestar en algunas regiones peninsulares, tal es el caso del corredor turístico de la Riviera Maya en el norte del estado de Quintana Roo; para lograr lo anterior, existe la necesidad por parte del Sistema (Administración Pública) de mejorar las carreteras, en algunos casos (y como una de las primeras alternativas de adoptar como medida preventiva territorial al buscar la preservación y mejoramiento al medio urbano-ambiental) como es el aprovechamiento y en consecuencia la utilización de las vías que actualmente están en operación.

Como parte del proceso de planeación a nivel bipartita, una de las acciones políticas emprendidas es la que corresponde en la realización del nuevo proyecto que consiste en la modernización y ampliación<sup>34</sup> de la carretera federal 293 cuya meta a alcanzar es la construcción del acotamiento a 2.5 metros por lado (carril de circulación) en el tramo que se dirige del poblado de Lázaro Cárdenas al entronque con la carretera federal 184 en el poblado de Polyuc, en el estado de Quintana Roo.

Dicha carretera se encuentra clasificada dentro de las generalidades especificadas dentro de los fundamentos técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dicha clasificación permite el conocimiento de las acciones que generará la construcción (ampliación) de la vialidad, lo cual conlleva a poder identificar qué factores en el Sistema Urbano Ambiental pueden mejorar (impacto positivo) o dañar (impacto negativo).

Con este contexto, el factor fundamental que norma la clasificación referente a los tipos de caminos, es el volumen de tránsito, tomando como base el Tránsito Promedio Anual (TDPA) para el horizonte del proyecto. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) tiene establecidos cinco tipos de caminos: A, B, C, D y en la forma siguiente: <sup>35</sup>

#### a) Tipo "A":

<sup>34</sup> **Artículo 3o.-** Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal: *Párrafo reformado DOF 20-08-1941, 13-01-1986. Fracción I.-* Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación.

<sup>35</sup> **Secretaría de Comunicaciones y Transportes: 1984;** Normas de Servicios Técnicos. Proyecto Geométrico. Carreteras. Título 2.01.01



- 01) Tipo "A1" para un tipo TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.
- 02) Tipo "A2" para un tipo TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos.
- b) Tipo "B". Para un tipo TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.
- c) Tipo "C". Para un tipo TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.
- d) Tipo "D" Para un tipo de TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos.
- e) Tipo "E". Para un tipo de TDPA de hasta cien (100) vehículos.

Por las características y el volumen actual de los aforos vehiculares la carretera actualmente deberá cumplir con las especificaciones siguientes contempladas para los caminos federales:

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMINOS TIPO "A2"

No.	CONCEPTO	VALOR
1	Ancho de calzada	7.00 m (2 carriles)
2	Ancho de corona	12.00 m (un cuerpo)
3	Acotamientos	2.50 m
4	Bombeo	2 %
5	Sobreelevación máxima	10 %
6	Pendiente longitudinal máxima	5 %
7	Pendiente gobernadora	3 %
8	Grado máximo de curvatura	7.5 grados

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes: 1984; Normas de Servicios Técnicos. Proyecto Geométrico. Carreteras. Título 2.01.01

Sin embargo, el camino existente cuenta con las características del tipo C, actualmente tiene un ancho de corona de 7.00 metros, con 2 carriles de 3.00 metros (6 metros de calzada) y 1.00 m de acotamiento (0.5 metros por lado) con una velocidad de proyecto de 80 km/hr. El camino actual no cumple con las especificaciones que indican las normas federales en relación al proyecto geométrico.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMINOS TIPO "C"

No.	CONCEPTO	VALOR
1	Ancho de calzada	6.00 m (2 carriles)
2	Ancho de corona	7.00 m (un cuerpo)
3	Acotamientos	0.50 m
4	Bombeo	2 %
5	Sobreelevación máxima	10 %
6	Pendiente longitudinal máxima	7 %
7	Pendiente gobernadora en terreno plano	-%
8	Grado máximo de curvatura	7.5 grados

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes: 1984; Normas de Servicios Técnicos. Proyecto Geométrico. Carreteras. Título 2.01.01

### 3.1.2 Delimitación del área de estudio.

El tramo de la carretera Lázaro Cárdenas–Polyuc, tiene una longitud de 99.840 kilómetros. El proyecto de carretera para este tramo inicia con el km 0+000, en el poblado de Lázaro Cárdenas en el nuevo municipio de Bacalar y concluye en su km 99.840 en el entronque de la carretera 184 en Polyuc poblado ubicado en el municipio de Carrillo Puerto.

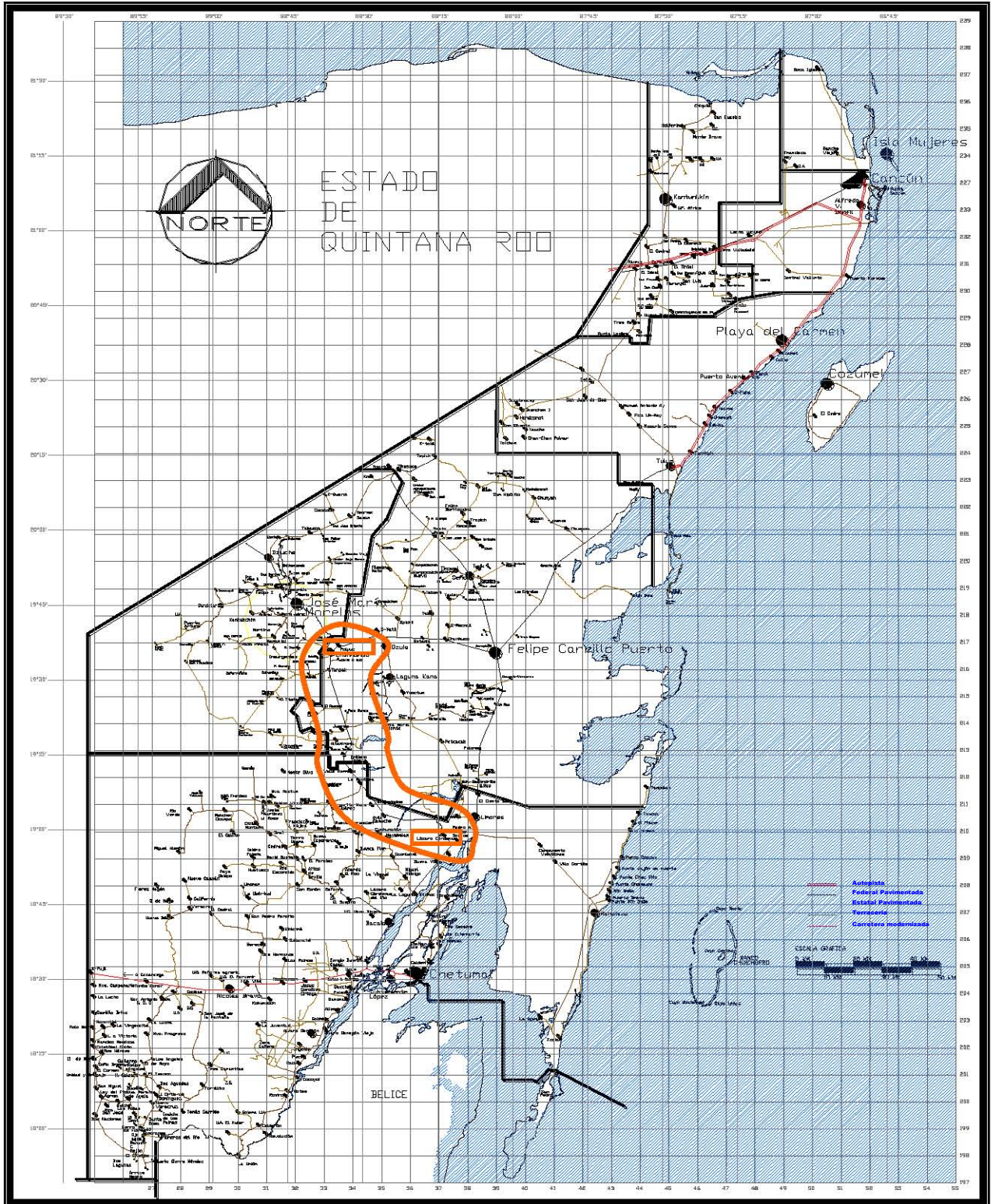
Los principales asentamientos humanos ubicados en el tramo son Manuel Ávila Camacho, Los Divorciados, La Pantera, Vallehermoso y Chunhuhub.

Las coordenadas geográficas donde se ubica el proyecto son:

Inicio: (Lázaro Cárdenas)	Latitud Norte	18° 58' 27''
	Longitud Oeste	88° 12' 43''
Final: (Polyuc)	Latitud Norte	19° 37' 31''
	Longitud Oeste	88° 33' 37''

Dentro del contexto regional, la carretera se ubica geográficamente en la porción central del estado de Quintana Roo, dentro de la región denominada localmente como Zona Maya y en el territorio interior de lo que comprenden los municipios de Bacalar y Felipe Carrillo Puerto y recorre una extensión asentamientos humanos conformados por localidades eminentemente rurales que representan poblaciones menores a 2,500 habitantes, mismos que aun hablan en gran porcentaje la lengua maya y conservan las tradiciones de esta etnia.

### LOCALIZACIÓN REGIONAL



Fuente: Secretaría de Infraestructura y Transporte. (SINTRA). Gobierno del estado de Quintana Roo. 2010.

El nivel de servicios básicos en esta región presenta un rezago debido principalmente a la dispersión de la población en pequeñas comunidades y el continuo movimiento migratorio de sus habitantes. Asimismo, la migración rural-urbana se sigue originando mayoritariamente dentro de los grupos quinquenales de 20 a 25 y de 25 a 30 años respectivamente como consecuencia de la tercerización de la actividad económica que se desprende por el sector turístico en el norte del estado, lo que a su vez ha transformado a Felipe Carrillo Puerto en un municipio donde sus localidades se han convertido en dispersoras de población, tal como se muestra en la tabla de abajo, donde se aprecia la constante reducción de su población en términos relativos. Mientras otras localidades se han convertido en asentamientos humanos que concentran a la población migrante, como lo es Othón P. Blanco, cuyo centro de población de mayor relevancia es Chetumal.

**POBLACION TOTAL Y TASA DE INCREMENTO POR PAIS, ENTIDAD Y MUNICIPIO  
1970-2005**

Pais, Entidad Municipio	Tasa de crecim	1970	Tasa de crecim	1980	Tasa de crecim	1990	Tasa de crecim	2000	Tasa de crecim	2005
México	3.28	48,225,238	3.32	66846833	1.97	81249645	1.84	97483412	1.16	103263388
Quintana Roo	5.80	88,150	9.87	225,985	8.12	493,277	5.90	874,963	5.35	1,135,309
F. Carrillo Puerto	4.97	32,314	-4.28	20,867	8.51	47,234	2.48	60,365	1.61	65,373
Polyuc	3.21	805	-2.10	651	5.17	1,078	0.33	1,114	-3.46	934
Chunhuhub	7.47	1,702	3.48	2,396	3.72	3,453	2.04	4,226	-1.45	3,928
Othón P. Blanco	6.84	36,347	6.19	66,272	10.04	172,563	1.89	208,164	1.09	219,763
Lázaro Cárdenas	sd	sd	sd	612	1.71	725	-3.94	485	-0.08	483

<sup>1</sup> En 1970 al ser Territorio Federal, Quintana Roo contaba con delegaciones en vez de municipios. Asimismo se toma como base estadística al municipio de Othón P. Blanco.

Fuentes: 1970, 1980, 1990; México en el siglo XX (Panorama Estadístico). INEGI.

2000.

1970; IX Censo General de Población. Vol. III.

1980; X Censo General de Población y Vivienda. Integración Territorial. Estado de Quintana Roo. INEGI. Secretaría de Programación y Presupuesto.

1990; XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo. INEGI

2005. XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, Aguascalientes, 2005;www.inegi.gob.mx

Dentro de las principales actividades productivas es el que refiere a los recursos humanos de la economía urbana, como lo es la Población Económicamente Activa (PEA), que proporciona la mano de obra (fuerza de trabajo) para la producción de bienes y servicios o que realiza actividades económicas, aunque momentáneamente pueda encontrarse desocupada.

Con referencia al tipo de actividades que se lleva a cabo en los asentamientos humanos, se distribuye en tres sectores económicos: primario, secundario y terciario.

Sector primario: incluye a aquellas personas que realizan actividades fundamentalmente extractivas, como agricultura, ganadería, pesca, extracción de minerales, etc.

Sector secundario: se dedica al proceso de transformación de los recursos naturales, y corresponde a la industria en todas sus formas.

Sector terciario: es el sector de la economía que se dedica a diversos servicios, como transporte, comercio, gobierno, turismo, etc.

Este último sector ha adquirido tal complejidad en los últimos años que existen proporciones para desprender de él un nuevo sector cuaternario, que abarcaría a aquellos servicios relacionados con los nuevos avances tecnológicos, como la electrónica, tal cual se podrá observar en la tabla de abajo.

**% DE LA POBLACIÓN OCUPADA POR LOCALIDAD, 1970-2000  
FELIPE CARRILLO PUERTO**

POBLACION OCUPADA	SECTOR	1970	1980	1990	2000
PEA	I	85.5	57.0	57.1	49.8
	II	3.6	6.7	11.9	12.3
	III	7.8	17.9	25.7	36.3
No Especificados		3.0	18.4	5.3	1.57
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

1970; IX Censo General de Población (28 de enero de 1970). Territorio de Quintana Roo. Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.  
1980; X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Quintana Roo. Volumen I. Tomo 23 México 1982. Secretaría de Programación y Presupuesto.  
1990; XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo. INEGI  
2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Quintana Roo. Tabulados Básicos. INEGI.

**% DE LA POBLACIÓN OCUPADA POR LOCALIDAD, 1970-2000  
OTHON P. BLANCO**

POBLACION OCUPADA	SECTOR	1970	1980	1990	2000
PEA	I	29.5	26.0	28.1	19.7
	II	17.7	13.4	15.2	16.7
	III	46.2	33.6	51.6	61.3
No Especificados		6.6	27.1	5.1	2.3
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

1970; IX Censo General de Población (28 de enero de 1970). Territorio de Quintana Roo. Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.  
1980; X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Quintana Roo. Volumen I. Tomo 23 México 1982. Secretaría de Programación y Presupuesto.  
1990; XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo. INEGI  
2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Quintana Roo. Tabulados Básicos. INEGI.

Los datos arriba presentados proporcionan la información necesaria para saber de la evolución y/o cambios que han tenido las actividades de la población según el sector de actividad económica. Como podrá verse, durante la década del 70 el sector

primario acumulaba el 85.5% de la participación de la población en Carrillo Puerto, porcentaje que disminuye considerablemente para el año 2000 con una baja proporcional del 35.7%, porcentaje que pasó a engrosar las filas del sector terciario que del 7.8% en el año 1970, creció considerablemente a 36.3% en el año 2000, es decir, más de cinco veces o 28.5% de incremento.

Mientras en Othón P. Blanco es la contraparte, el sector terciario a registrado la mayor participación económica de la población y se ha incrementado del 46.2 al 61.3% haciéndose más amplia la ocupación en este sector, con un aumento del 15.1% en este ramo. Asimismo, el sector terciario registraba el 29.5% de la población ocupada, en 2000 se redujo a 19.7% lo que significa un decremento del 9.8% de la población ocupada en este sector.

A nivel local, las principales actividades económicas de la población tienen un alto porcentaje en el sector primario, donde la actividad principal sigue siendo la agricultura y la caza, aunque este rubro ha bajado considerablemente en 30 años, aún se mantiene como la principal actividad en Polyuc y Lázaro Cárdenas, mientras en Chunhuhub este sector ha reducido su participación al pasar de 80.6% en 1970 a 39.1% en 2000, porcentaje que ha engrosado al sector tres que, de registrar el 11.3% en 1970, en 2000 tuvo una participación del 45.6%, cuyas actividades principales se diversificaron entre el sector dos y tres dedicado a los servicios, como se puede observar en los siguientes cuadros.

**% DE LA POBLACIÓN OCUPADA POR LOCALIDAD, 1970-2000  
CHUNHUHUB**

POBLACION OCUPADA	SECTOR	1970	1980	1990	2000
PEA	I	80.6	54.9	54.4	39.1
	II	7.4	10.8	14.4	14.4
	III	11.3	15.4	27.9	45.6
No Especificados		0.7	18.9	3.3	1.0
<b>TOTAL</b>		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

1970; IX Censo General de Población (28 de enero de 1970). Territorio de Quintana Roo. Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.  
 1980; X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Quintana Roo. Volúmen I. Tomo 23 México 1982. Secretaría de Programación y Presupuesto.  
 1990; XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo. INEGI  
 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Quintana Roo. Tabulados Básicos. INEGI.

**% DE LA POBLACIÓN OCUPADA POR LOCALIDAD, 1970-2000  
LAZARO CARDENAS**

POBLACION OCUPADA	SECTOR	1970	1980	1990	2000
PEA	I	sd	70.7	70.1	65.0
	II	sd	4.4	0.6	1.7
	III	sd	9.9	13.0	30.0
No Especificados		sd	14.9	16.2	3.3
<b>TOTAL</b>		<b>sd</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

1970; IX Censo General de Poblacion (28 de enero de 1970). Territorio de Quintana Roo. Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.

1980; X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Quintana Roo. Volúmen I. Tomo 23 Mexico 1982. Secretaría de Programación y Presupuesto.

1990; XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo. INEGI

2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Quintana Roo. Tabulados Básicos. INEGI.

Relevante es el caso de los recursos que se aprovechan que son destinados tradicionalmente para la explotación de la tierra, el uso agrícola y el uso de suelo forestal; dicha explotación se realiza de manera racional y no agotan sus propiedades. Así pues es bajo este contexto territorial urbano donde se ubica el proyecto.

### 3.1.3 Características particulares del proyecto, obras y actividades.

La propuesta de la carretera es según la clasificación del tipo A2 que consiste en la modernización con la ampliación de acotamiento a 5 m (2.5 m por lado) que se desarrollará de la estación 0+000 a la estación 99+840 en su totalidad sobre la vialidad actualmente en operación.

Las características de este camino son: ancho de corona de 12.00 de los cuales corresponden 7.00 m de calzada; originando dos carriles de 3.50 m con acotamiento de 2.5 m por sentido de circulación. El camino no se encuentra en ninguno de sus tramos sobre área natural protegida.

*Longitud Total:* 99,840 m.

*Ancho de calzada:* 7.00 m.

*Ancho de corona:* 12.00 m.

*Cunetas:* subida 1m a 4m y bajada 1 m a 0.33 m

*Taludes:* en zonas de cortes lo que indique el estudio de mecánica de suelos y en zonas de rellenos variable.

*Partes complementarias:* señalamiento horizontal y vertical.

*Tipo de pavimento: concreto asfáltico (pavimento flexible).*

*Acotamiento: 5 metros, 2.5 m por carril de circulación.*

*Velocidad máxima permitida: 110 Kph.*

*Pendientes máximas y mínimas: Pendiente máxima 4.0 %, mínima no hay por ser horizontal.*

*Grado de curvatura: Máximo 2.5°*

*Capacidad operativa: Más de 3,000 vehículos diarios.*

*Flujo o tránsito promedio diarios: 1,108 vehículos.*

*Tipo de vehículos: Para todo tipo de vehículos, tanto particulares como de carga y pasajeros.*

El seccionamiento que se hizo de este camino fue en el sentido del trazo, es decir, desde el entronque de la carretera federal Reforma Agraria (próximo a Lázaro Cárdenas) con destino a Polyuc.

El derecho de vía federal de este camino es de 20.0 m a cada lado del eje del proyecto, con un ancho total de 40.00 metros de derecho de vía.

Se ejecutará la construcción de obra mayor (puente), el proyecto de drenaje se resuelve mediante obras a base de tubos de polietileno, alcantarillas tubulares de concreto y reforzado de fierro concreto.



### ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE

INCISO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE</b>			
3.01.02			
047-C	<b>EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS</b>		
C.02	Excavación para estructuras P.U.O.T. (inciso 022-H.01) cualquiera que sea su clasificación y profundidad	m3	3.363,36
047-D	<b>RELLENOS</b>		
EP	b) Relleno para la protección de las obras de drenaje P.U.O.T. con el producto de la misma excavación.	m3	2.070,15
<b>MAMPOSTERÍA</b>			
C.02	Mampostería de tercera clase P.U.O.T. (inciso 024-H.12) a cualquier altura con mortero cemento	m3	1.173,36
047L	Alcantarilla tubulares de concreto		
047-L.02	Tubería de polietileno de alta densidad macho y/o hembra de 1.20 m de diámetro.		
	a) Reforzado de fc=280 kg/cm2 tipo macho y/o hembra		
	b) de 120 cm de diámetro	ml	1.042,88

Fuente: elaboración propia con base en el proyecto geométrico.

Se señala el tipo de señalamiento y las cantidades del mismo que se colocarán en el camino con el fin de aumentar la seguridad de los usuarios.

### TIPO DE SEÑALAMIENTO

INCISO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>E.P. 044-E.06 SEÑALAMIENTO</b>			
	PINTURA	ml	280.258,80
	IDENTIFICADORES DE ALINEAMINETO	ml	804,00
	BARRAS METALICAS DE PROTECCION	ML	9.063,00
	SID-11 CONFIRMATIVA, (56X232)	PZ	4,00
	SID-13 BANDERA (122X366)	PZ	2,00
	SID-8 ACCESO A POBLADO (56X239)	PZ	15,00
	SID-9 ENTRONQUE (56X239)	PZ	8,00
	SIG- SEÑALES DE INFORMACION GENERAL (56X239)	PZ	24,00

*Continuación...TIPO DE SEÑALAMIENTO*

SIG-	SEÑALES DE INFORMACION GENERAL (86X239)	PZ	1,00
SIG-7	LUGAR (56X239)	PZ	14,00
SIG-8	NOMBRE DE OBRAS (56X239)	PZ	6,00
SIR-	SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN (86X239)	PZ	73,00
SIS-19	PARADA DE AUTOBUS (86X86)	PZ	2,00
SIS-22	RESTAURANTE (71X71)	PZ	2,00
SIS-27	TRANSBORDADOR (56X239)	PZ	1,00
SIT-10	ZONA ARQUEOLOGICA (35X117)	PZ	3,00
SP-11	CRUCE DE CAMINOS (86X86)	PZ	1,00
SP-12	ENTRONQUE EN T (86X86)	PZ	19,00
SP-32	PEATON (86X86)	PZ	4,00
SP-41	TOPE (86X86)	PZ	45,00
SP-34	GANADO (86X86)	PZ	6,00
SP-38	CAMINO DIVIDIDO (86X86)	PZ	8,00
SP-39	CICLISTAS (86X86)	PZ	1,00
SP-33	ESCOLARES (75X75)	PZ	18,00
SP-6	CURVA (86X86)	PZ	18,00
SP-7	CODO (86X86)	PZ	4,00
SP-8	CURVA INVERSA (86X86)	PZ	8,00
SR-18	PROHIBIDO REBASAR (86X86)	PZ	96,00
SR-9	VELOCIDAD (86X86)	PZ	21,00
SII-15	KILOMETRAJE SIN RUTA (30X76)	PZ	156,00
SII-14	KILOMETRAJE CON RUTA (30X120)	PZ	38,00
OD-5	INDICADORES DE OBSTACULOS (61X122)	PZ	6,00

Fuente: elaboración propia con base en el proyecto geométrico.

Las obras y actividades tanto provisionales como asociadas que se generarán para el desarrollo del proyecto se centran en el siguiente análisis de ingeniería civil y de topografía:

1). Se establecerán campamentos o se rentarán habitaciones para el personal que labore en estos trabajos, tanto para oficinas como para dormitorios y comedores. En el caso de los campamentos se deberán establecer preferentemente dentro de los bancos de extracción de materiales.

2). Se instalarán letrinas portátiles, durante todo el proceso y a todo lo largo de la obra según los avances de ésta.

3). Se construirán almacenes, bodegas, talleres, patios para maquinaria y espacios adecuados para el almacenamiento de combustibles y emulsiones asfálticas. Preferentemente estas obras deberán establecerse como se indica en el punto 1 de esta sección.

4). Bancos de materiales. Se necesitará extraer materiales de bancos de préstamo para la construcción de terraplenes, subrasante y base, así como para pavimentos. Los bancos utilizados se localizan en las inmediaciones de este camino, aunque se tratará de que el proyecto este compensado, de tal manera que los requerimientos de materiales de banco sean mínimos, por ello es importante mencionar que todos los bancos número presentan *frente de ataque* (actualmente en explotación), aunque con altas posibilidades de ampliación. Las localizaciones de los bancos de préstamo para la formación de terraplenes, capa subrasante y pavimentos son las siguientes:

**BANCOS DE PRESTAMO**

BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIALES PARA TERRACERÍAS	
1)	km 2+300 desviación izquierda a 50 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
2)	km 9+000 desviación derecha a 50 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
3)	km 30+500 desviación izquierda a 50 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
4)	km 31+800 desviación izquierda a 50 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
5)	km 59+980 desviación izquierda a 100 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
6)	km 62+620 desviación izquierda a 100 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
7)	km 64+880 desviación izquierda a 100 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc
8)	km 95+000 desviación izquierda a 150 m de la Carretera Federal Lázaro Cárdenas-Polyuc

Fuente: elaboración propia con base en estudio de geotecnia y en el proyecto geométrico.

En el desarrollo de este proyecto no habrá ninguna obra asociada, sin embargo al concluir con estas obras se facilitará el desarrollo de otros proyectos que fomenten el desarrollo económico de la región.

5). No habrá caminos de acceso, en este caso solo se harán pequeños desvíos durante el desarrollo de los trabajos, ya que se trabajará únicamente sobre la superficie que ocupará la obra, mismos que se harán en el derecho de vía del camino y en zonas donde los efectos al ambiente sean mínimos.

Asimismo la superficie total requerida para la construcción de la carretera se describe:

- a) La total del predio o del trazo.  
Superficie Total del área de proyecto = 5'311,488.00 m<sup>2</sup>, incluye 40 m de derecho de vía total.
- b) La de construcción.  
Superficie a afectar para la vialidad = 712,800.00 m<sup>2</sup> (13.42%).

- c) La que se planea desmontar y su porcentaje con respecto al área arbolada.  
Superficie que se plantea desmontar =4'598,688.00 m<sup>2</sup> (86.58% básicamente deshierbe).
- d) La que ocuparán las obras y servicios de apoyo como campamentos, patios de maquinaria, sitios de tiro, etcétera.  
1 ha (10,000 m<sup>2</sup>)
- e) Las correspondientes a áreas libres o verdes  
No se ocuparán superficies de áreas libres o verdes
- f) Las arboladas y no arboladas.  
No habrá superficie requerida que contemple la ocupación de áreas arboladas;
- g) Las requeridas para caminos de acceso y otras obras asociadas.  
No se requerirán superficies de caminos de acceso o de otras obras asociadas las mencionadas en el apartado anterior.

#### DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO POR TIPO DE USO DE SUELO GENERAL

Tramo	Longitud (km)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	En áreas naturales afectadas (derecho de vía federal)		En áreas naturales para desmontar (deshierbe)	
			Superficie (m <sup>2</sup> )	Porcentaje	Superficie (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
Lázaro Cárdenas– Polyuc	99.840	5'311,488.00	712,800.00	13.42	4'598.688.00	86.58

Fuente: elaboración propia con base en el proyecto geométrico.

El proyecto para la construcción de la carretera se divide en dos partes, por uno, se aporta la descripción *por fases* en cuanto a las características a las *obras* (métodos a seguir), entendiéndose como el desarrollo por fases el que se lleva a cabo en diferentes lapsos, en cada uno de los cuales el proyecto se va expandiendo en superficie e infraestructura; por el otro, se refiere a las *actividades* que se ejecutarán en cada etapa del desarrollo de la construcción. De esta forma, se describen y analizan cada una de las etapas.

#### *Características de las obras del proyecto*

##### *Fase 1. Preparación del sitio (Desmontes y despalmes).*

El desmonte consiste en el despeje de la vegetación en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia de materia vegetal en la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad.

Comprende la ejecución de la siguiente operación:

*Tala.* Consiste en cortar los árboles y arbustos. Para fines de desmote, se considera para fines del proyecto del camino (de acuerdo a las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes) el siguiente tipo de vegetación:

Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales. La vegetación de monte de regiones desérticas, zonas cultivadas y pastizales, se caracteriza por estar constituida predominantemente por cactáceas, vegetación de sembradío o zacatales respectivamente (aunque en este caso particular consiste en manchones de vegetación secundaria).

La operación de desmote se deberá realizar con máquina y se ejecutará cuando menos a un metro fuera de los cerros de los canales y contracunetas y de las zonas que limitan los préstamos, bancos y otras superficies; se deberá asegurar que toda la materia vegetal proveniente del desmote quede fuera de las zonas destinadas para la construcción.

*Medición.* El desmote se medirá tomando como unidad la Hectárea (Ha) con densidad de 100%, el resultado se considerará con una decimal.

Este proyecto contempla el desmote de 4'598.688.00 m<sup>2</sup> (459.87 ha) que en el sentido estricto es únicamente deshierbe.

*Despalme.* Despalmes desperdiciando el material en zona de cortes. Los cortes para la construcción de la vialidad será con excavaciones a cielo abierto en terreno natural, en ampliación y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y terraplenes existentes, en derrumbes, en escalones y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes, con objeto de preparar y/o formar la sección de la obra de acuerdo a lo fijado en el proyecto.

Despalme del sitio de los cortes y de las áreas de los terraplenes; se entenderá por despalme la remoción de las capas superficiales de terreno natural cuyo material no sea aprovechable para la construcción de los terraplenes y pavimentos, será del espesor que indique el estudio de geotecnia y deberá efectuarse con máquina, medido en banco, antes de iniciar la construcción. Incluye el afloje, extracción del material y remoción, lográndose el mejor movimiento de tierras al tiro que asigne la supervisión. El despalme solo se ejecutará en material A.<sup>36</sup>

La superficie que se afectará será de 712,800.00 m<sup>2</sup>. El tipo de terreno que se afectará por los despalmes es de vías de comunicación (camino actual y su derecho de vía) donde hay pastizales, vegetación ruderal y vegetación secundaria (acahuales), con cierto grado de perturbación. La zona del camino será afectada en

---

<sup>36</sup> *Material A* es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con motoescrepa de noventa (90) a ciento diez (110) caballos de potencia sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Además, se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de siete punto seis (7.6) centímetros (3"). Los materiales más comúnmente clasificables como Material A, son los suelos agrícolas, los limos y arenas. Se mide en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

las ampliaciones que se harán para dar el ancho de sección de 12 metros de corona y 5 metros de acotamiento ya que el camino actual no lo cumple.

El material de despalme se empleará para el arropo de los taludes, tanto en zonas de cortes como en zonas de rellenos, el excedente se deberá esparcir en el derecho de vía.

### *Fase 2. Construcción.*

*Terracerías.* La construcción de las terracerías del camino se deben ejecutar de acuerdo a las siguientes observaciones conforme al estudio de geotecnia.

1. Los trabajos se iniciarán con el desmonte, desraíce y limpieza general del área en donde quedará alojada la adecuación del cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.
2. El despalme se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.
3. Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual o mayor al 25%, se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los cerros del mismo; cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 metros, y el escalón tendrá un metro de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2.00 metros medidos horizontalmente, a partir de los cerros de los mismos.
4. En los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos o porciones considerables de material susceptibles de desplazarse hacia el camino.
5. Con el material producto de despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.
6. La construcción de obras de drenaje se harán antes de iniciar la construcción de terracerías; concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.
7. Se deberá propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión de los mismos.
8. En todo el tramo y donde indique el proyecto las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ , con un espesor de 8 cm. aproximadamente.
9. Debe evitarse que la boquilla de aguas abajo de las alcantarillas, descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido; en estos casos la obra de drenaje se prolongará con lavadero hasta los cerros del terraplén.
10. Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente debe hacerse a partir del talud externo de la cuenta, o bien formando una banqueteta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.
11. Los taludes del proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes:

### TALUDES

ALTURAS	INCLINACIÓN
De 0 y 60 cm	3:1
De 61 cm a 1.20 m	2:1
Mayores de 1.20 m	1.5:1

Fuente: elaboración propia con base en el estudio de geotecnia.

12. El material que forme la capa subrasante, no deberá contener partículas mayores de 75 mm. (3"). Cuando éstas existan deberán eliminarse mediante papeo.

13. Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de bandeado para aumentar su acomodo; este material solo servirá para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales con espesor aproximadamente igual a la de los fragmentos y se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 o similar.

Observaciones particulares que se deberán hacer durante los trabajos de construcción del acotamiento:

A. Para cualquier caso el cuerpo de terraplén, deberá compactarse al 90% o bandearse según se dé el caso; la capa de subrasante deberá compactarse al 95%; estos grados de compactación son con respecto a la prueba AASHTO.<sup>37</sup>

B. Para todos los casos y cuando no se indique otra cosa, en el Terreno Natural después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto se compactará al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM)<sup>38</sup>, en una profundidad mínima de 0.20 m o bandearse según se dé el caso.

C. Material que por las características que presenta, no debe utilizarse para la construcción del cuerpo de terraplén.

D. Material que por las características que presenta, solo podrá utilizarse para la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el caso.

E. Material que por las características que presenta, puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén y capa subrasante.

<sup>37</sup> El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas. A partir de la versión del año 1986, y su correspondiente versión mejorada de 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original. Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario.

<sup>38</sup> PVSM: Peso Volumétrico Seco Máximo del cemento. El PVSM, se determina. Los máximos son las densidades de los materiales, para el cemento es aproximadamente 3.1 Ton/m<sup>3</sup>, Roca Caliza es 2.7 Ton/m<sup>3</sup>. La masa unitaria del concreto hidráulico se determina y varía dependiendo de los componentes del concreto desde 2100 kg/m<sup>3</sup> hasta 2380 kg/m<sup>3</sup>, para diseño estructural utilizas 2400 kg/m<sup>3</sup>. Para los agregados determinas masas unitarias secas sueltas y varilladas, para el caso de la caliza puedes obtener masas sueltas de 1400 kg/m<sup>3</sup> y varilladas de 1650 kg/m<sup>3</sup>.

F. En terraplenes formados con este material, se deberá construir el cuerpo de terraplén del espesor necesario según proyecto y se proyectará capa subrasante de 0.30 m. de espesor. Para la formación de la subrasante se deberán eliminar las partículas de material mayores de 7.6 cm de diámetro (3”).

G. En cortes y terraplenes construidos en este material, de ser necesario se construirá cuerpo de terraplén de espesor variable según proyecto, y se proyectará capa subrasante de 0.30 m. compactada al 95%, la cual se construirá con material de préstamo del banco más cercano.

H. En cortes formados en este material, la cama de corte, se deberá compactar al 90% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20 m y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m de espesor, compactándola al 95%, con material procedente del banco más cercano.

I. En este tramo se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, cuerpo de terraplén de 0.50 m. de espesor, como mínimo y capa subrasante de 0.30 m; en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con material de préstamo del banco más cercano.

J. En cortes, se deberán escarificar los 0.15 m superiores y acamellonar; la superficie descubierta, se deberá compactar al 100% de su PVSM respectivo en un espesor mínimo de 0.15 m. con lo que quedará formada la 1ª capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la 2ª capa subrasante, misma que deberá compactarse también al 95% de su PVSM.

K. En cortes formados en este material, se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 m con espesor mínimo, compactándola al 95% y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.

L. En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 m, a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 90%, hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 m de espesor. Para la formación de la capa subrasante se deberán eliminar las partículas de material mayores de 7.6 cm de diámetro (3”).

M. En terraplenes construidos en este material, de ser necesario se construirá cuerpo de terraplén de espesor variable según proyecto, y se proyectará capa subrasante de 0.30 m compactada al 95%, la cual se construirá con material de préstamo del banco más cercano.

Los trabajos de terracerías inician con la nivelación del terreno, para ello se deberán efectuar los cortes y rellenos de acuerdo a lo que indica el proyecto de subrasantes.



### Capa subrasante.

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983, Libro 4, Parte 01, Título 01; a las Normas de los Materiales para Terracerías, Edición 1985.

En zonas donde se indique de acuerdo al estudio de geotecnia, se construirá la capa subrasante en un espesor de treinta (30) centímetros, con respecto al diseño calculado, utilizando material procedente de los siguientes bancos de préstamo:

#### UBICACIÓN DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMO TRAMO LAZARO CARDENAS-POLYUC

BANCO DE PRÉSTAMO	UNIDAD	CANTIDAD
1) km 2+300	m <sup>3</sup>	20,000
2) km 9+000	m <sup>3</sup>	15,000
3) km 30+500	m <sup>3</sup>	13,200
4) km 31+800	m <sup>3</sup>	17,160
5) km 59+980	m <sup>3</sup>	20,000
6) km 62+620	m <sup>3</sup>	16,000
7) km 64+880	m <sup>3</sup>	16,000
8) km 95+000	m <sup>3</sup>	1'500,000
<b>TOTAL</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1'617,360</b>

Fuente: Estudio de geotecnia.

El material que forme esta capa deberá compactarse al 95 % de su PVSM de la prueba AASHTO modificada. Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 002-C del Libro 4, Parte 01, Título 01; además deberán cumplir con las Normas de Calidad indicadas en el inciso 002-C.01 y 002-C-05, del libro 4, Parte 01, Título 01.

### Pavimento

#### Proceso Constructivo

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983, Libro 3, Parte 01, Título 03; a las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 1986, del Libro 4, Parte 01, Título 03; así como a las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas, del Libro 6, Parte 01,

Título 01 y 03 de los Tomos I y II, también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**a) Base Hidráulica.**

Sobre la capa subrasante debidamente terminada, se construirá la capa de base hidráulica, del espesor que indica el diseño del pavimento y que en este caso son 20 cm, utilizando material procedente del banco de préstamo a elegir.

El material que forme esta capa deberá compactarse al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO modificada. Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además deberán cumplir con las Normas de Calidad indicadas en el inciso 009-C.06 del libro 4, Parte 01, Título 03; y para su ejecución se deberán seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

**b) Riego de Impregnación.**

Sobre la capa de base hidráulica debidamente terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección y en los taludes del material que forme dicha capa un riego de impregnación a base de emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.3 lts/m<sup>2</sup>.

El producto asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

**c) Carpeta de concreto asfáltico**

Sobre toda la superficie de la capa de base hidráulica y después de la aplicación del riego de liga se construirá una carpeta de concreto asfáltico de riegos en todo lo ancho de la sección, ésta se construirá con cementos asfálticos, el cemento asfáltico será del tipo AC-20 con una dosificación aproximada de 104 kg/m<sup>3</sup> de material pétreo seco y suelto, el material que forme dicha capa se compactará al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.<sup>39</sup>

**Control de calidad y especificaciones**

**Subrasante**

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y

---

<sup>39</sup> El ensayo Marshall es un método ideado para dosificar las mezclas asfálticas empleando asfaltos sólidos y material granular que no supere un tamaño máximo de 2.54 cm. Mediante la prueba, se obtiene la cantidad apropiada de asfalto para poder garantizar la suficiente estabilidad y así mismo las exigencias del servicio sin desplazamientos o distorsiones, un buen recubrimiento de partículas para obtener un pavimento durable incluyendo el factor de la compactación. Los datos más importantes del diseño de las mezclas por el método Marshall son: un análisis de densidad, relación de vacíos y una prueba de estabilidad y flujo, sobre muestras compactadas. La finalidad del diseño Marshall es obtener las cantidades óptimas de los contenidos que hacen parte de la mezcla asfáltica, con el fin de satisfacer las exigencias de servicio teniendo en cuenta diferentes criterios de análisis como son el flujo, la estabilidad, vacíos con aire en la mezcla y vacíos en los agregados minerales, garantizando un pavimento durable, con un contenido de asfalto óptimo que recubre, impermeabilice y ligue el material pétreo.

Transportes, Edición 1983, Libro 4, Parte 01, Título 01; a las Normas de los Materiales para Terracerías, Edición 1985.

El material que forme LA CAPA SUBRASANTE deberá compactarse al 95 % de su PVSM de la prueba AASHTO modificada. Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 002-C del Libro 4, Parte 01, Título 01; además deberán cumplir con las Normas de Calidad indicadas en el inciso 002-C.01 y 002-C-05, del libro 4, Parte 01, Título 01, cuyos puntos marcan que para que un suelo pueda ser utilizado en la formación de la Capa Subrasante debe cumplir con lo siguiente:

LÍMITE LIQUIDO < 50  
VALOR RELATIVO DE SOPORTE SATURADO > 10%  
EXPANSION < 3 %  
TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO DE 3.5"

#### *Estructura de pavimento*

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983, Libro 3, Parte 01, Título 03; a las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 1986, del Libro 4, Parte 01, Título 03; así como a las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas, del Libro 6, Parte 01, Título 01 y 03 de los Tomos I y II, también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El material que forme la base hidráulica deberá compactarse al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO modificada. Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además deberán cumplir con las Normas de Calidad indicadas en el inciso 009-C.06 del libro 4, Parte 01, Título 03; cuyos puntos marcan que el pétreo cumpla con una granulometría que se ubicara entre las mallas de 1 ½" y 3/8", en la forma siguiente:

MALLA	% QUE PASA
1 ½	100
1"	65-85
¾"	35-70
½"	20-35
⅜"	0-8

Tamaño máximo = 38 mm (1 ½"), porcentaje de finos = 5% máximo, índice plástico = 6%, límite líquido = 25% máximo, equivalente de arena 50% mínimo, valor relativo de soporte = 100% mínimo; y para su ejecución se deberán seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

En el riego de impregnación se empleará un producto asfáltico que deberá cumplir con los requisitos contenidos en la siguiente tabla:

**PRUEBAS AL PRODUCTO ASFÁLTICO**

* Punto de inflamación, copa abierta	38° C
* Viscosidad Saybolt - Furol, a 50° C	75 - 150 seg.
Destilación, por ciento máx. del total destilado a 360° C:	20
Hasta 225° C	25 - 65
Hasta 260° C	70 - 90
Hasta 315° C	
* Residuo de la destilación a 360° C	60 mínimo
Por ciento del volumen total por diferencia	0.2 máximo
Por ciento de agua	
* PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN	
Penetración 100 g, 5 seg., 25° C	120 - 250
Ductilidad, a 25° C	100 cm, mínima
Solubilidad, en tetracloruro de carbono	95.5 % mínima

Fuente: elaboración propia con base en el estudio de geotecnia.

Al aplicar el riego de impregnación la superficie deberá estar sin deterioros, ligeramente húmeda, barrida y sin material extraño, se le permitirá penetrar por un periodo de 72 horas sin que se transite sobre ella, después de transcurridas las 72 horas, y antes de transitar la base, se aplicará un riego de poreo en los lugares que se requiera tener acceso motor, procurando que el tendido de la carpeta sea lo más pronto posible.

El producto asfáltico para el *riego de liga* deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Los impactos que tendrán las actividades en las fases de preparación del sitio y construcción serán intensos; en estas etapas se removerán en mayor o menor grado las capas superiores del suelo, al finalizar la construcción de la carpeta asfáltica el área cubierta por esta será impermeable. Como todas las acciones que remuevan, corten o impida la actividad microbiana y sus efectos sobre los procesos bioquímicos y biofísicos que liberan los nutrientes para las plantas, tendrá un alto impacto sobre el ambiente.

Durante la construcción de las obras de drenaje se darán impactos similares, ya que se harán excavaciones en el área que ocuparán las obras se colocarán capas de distintos espesores de concretos, zampeados y mamposterías. Todas las acciones antes mencionadas generarán polvos; éstos se tendrán que mitigar o minimizar efectuando los trabajos en fase húmeda, haciendo riegos de agua tan frecuentes como sea necesario.

Los taludes más altos se deberán arropar con material producto de los despalmes y se revegetarán principalmente con pastos del lugar con el fin de evitar la erosión. Al reponer la vegetación, se deberá tener el cuidado suficiente, para minimizar las pérdidas totales o parciales; para ello se deben seleccionar las especies vegetales que tengan mayores posibilidades de adaptación, es decir, elegirla en función de las condiciones climatológicas de la zona, básicamente en cuanto a la altitud y latitud del lugar.

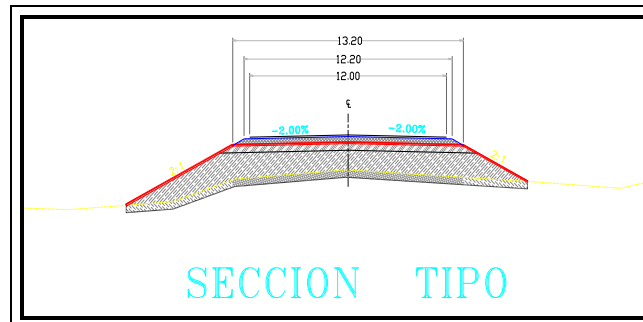
Para controlar y evitar la erosión será necesario proteger los drenes naturales (o artificiales) a fin de que al correr el agua de lluvia no los profundice cada vez más; para esta protección se recomienda utilizar los pastos naturales de la región, con lo que bastará recolectar estolones o semillas en la época adecuada para replantarlos. No se recomienda introducir especies nuevas, ya que ello en la mayoría de los casos resulta inapropiado, pues estas especies tienen menor capacidad de adaptación a las condiciones del suelo por proteger o porque su tipo de desarrollo vegetativo no es el adecuado para formar una cubierta vegetal uniforme en dicha superficie.

#### UBICACIÓN DE BANCO DE PRESTAMO

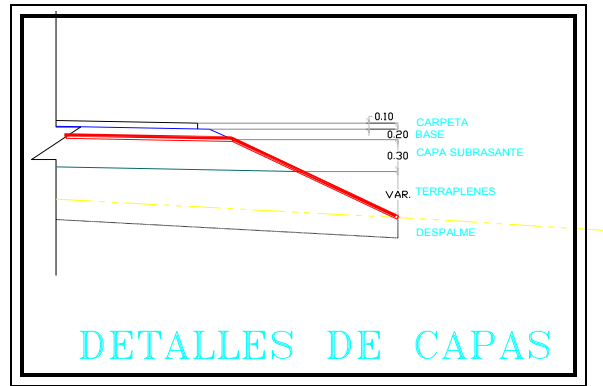
BANCO DE PRÉSTAMO PARA PAVIMENTOS	UNIDAD	CANTIDAD
1) Km 213+000 Desviación Izquierda a 100 m de la Carretera Muná-Felipe Carrillo Puerto	m <sup>3</sup>	152,000
<b>TOTAL</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>152,000</b>

Fuente: Estudio de geotecnia.

#### CORTE TRANSVERSAL DE LA SECCION Y TIPO DE CAPAS



Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

### *Fase 3. Operación.*

Los caminos tipo A operan para el tránsito de todo tipo de vehículos, este tipo de caminos no son de cuota y deben tener un adecuado señalamiento tanto horizontal como vertical para garantizar la seguridad de los usuarios; además que durante los fines de semana y periodos vacacionales en que se tenga un mayor flujo de vehículos, se deberán instalar puestos de información y auxilio vial en el que se cuente con servicio médico donde se pueda proporcionar atención inmediata a los usuarios que lo pudieran necesitar.

En caso de que se presentara alguna contingencia ocasionada por algún evento climatológico, se deberá contar con un plan de apoyo para los usuarios, en el que haya coordinación entre el personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con autoridades de Protección Civil y Militar.

Las tecnologías que se emplearán para el control de la emisión y control de los residuos líquidos sólidos y gaseosos serán las que apliquen los Gobiernos Estatal y Federal en el control de la contaminación de vehículos automotores pero principalmente será la de emisión de gases y de ruido así como la de disposición de residuos sólidos municipales.

### *Fase 4. Mantenimiento.*

No habrá equipo ni sistemas a reparar; en este caso el mantenimiento se hará sobre la carretera debiendo ser continuo, principalmente en la época de lluvias, para ello la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaria de Obras estatal que cuentan con brigadas de bacheo, otras que dan mantenimiento al derecho de vía, otras que mantienen en buenas condiciones el señalamiento tanto horizontal como vertical, desazolve de cunetas y estructuras hidráulicas, etc.

Las brigadas de mantenimiento al usar vehículos automotores para su traslado y para dar el mantenimiento respectivo (emulsiones asfálticas, pinturas, materiales

pétreos, etc.), generarán residuos líquidos, sólidos y emisiones de gases, no obstante todas las actividades se desarrollan sobre la carpeta asfáltica, además estas emisiones no son peligrosas, sin embargo se debe observar con la precaución debida en el manejo de sustancias que puedan resultar peligrosas para la operación del camino, principalmente debe evitarse el derrame de combustibles o líquidos que puedan producir que los vehículos derrapen sobre la carpeta asfáltica.

En este caso si habrá control de malezas en caso de requerirse y se limitará a las actividades que se vienen ejecutando año con año en el derecho de vía de esta carretera; es decir se limitará a retirar las malezas que obstruyan la visibilidad en el camino.

#### *Fase 5. Abandono del sitio.*

No habrá abandono del sitio, a menos que se proyecte un camino de mayor capacidad y se elija otra ruta para este. La vida útil de este camino es indefinida, para darle continuidad solo se le debe dar el mantenimiento adecuado; tampoco hay crecimiento a menos que la demanda aumente y este camino tenga que adecuarse a uno de mayor capacidad. En cuanto a la influencia que pueda tener sobre las comunidades cercanas es importante, pues de las buenas comunicaciones depende en gran parte el desarrollo económico de una región, es por ello que para este tipo de obras no hay abandono del sitio. En cuanto a la rehabilitación del sitio este se efectúa durante la etapa de construcción, etapa en la que se protegen los drenes naturales y artificiales, se arropan los taludes de los cortes y/o rellenos, etc. En cuanto a la rehabilitación del área, se le dará el mantenimiento que requiere un derecho de vía. La restitución de la flora dadas las características de este proyecto no es posible, sin embargo solo se afectará la superficie que ocupa actualmente el derecho de vía del camino; en el derecho de vía no hay remoción de especies y solo se hacen limpiezas periódicas (generalmente cada año) para mantener una buena visibilidad del conductor en el camino.

**DESCRIPCIÓN POR FASES**

PROYECTO TOTAL	CARRETERA FEDERAL 293
	LAZARO CARDENAS - POLYUC, Q.R.
FASE UNO	Preparación del sitio Despalmes
FASE DOS	Construcción Construcción de terracerías Cortes y formación de terraplenes Compactaciones Formación de la capa subrasante Muros de contención Construcción de pavimentos Base hidráulica Carpeta asfáltica Trabajos diversos Señalamiento horizontal y vertical
FASE TRES	Operación
FASE CUATRO	Mantenimiento (conservación)
FASE CINCO	Abandono del sitio

Fuente: elaboración propia.

**Características de las actividades (construcción y mantenimiento).**

En particular se estudian y analizan las actividades que se desempeñan durante los trabajos en la etapa de construcción y mantenimiento (conservación) de la vialidad.

*Construcción*

La construcción del camino se deberá hacer de acuerdo al siguiente estudio de geotecnia.

Estudio de geotecnia

*Especificaciones de construcción para pavimento flexible.*



En este proyecto se contempla realizar la construcción de una estructura de pavimento la cual se conformará por una capa de base hidráulica de 0.15 metros y una carpeta de concreto asfáltico de 0.10 metros.

#### *I.-Terracerías*

- a) Los trabajos de desmonte. Despalme y limpieza general del área por construir se basará en el proyecto de terracerías correspondiente.
- b) En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones estarán debidamente indicadas en el proyecto de terracerías, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM con un espesor de 0.20 metros o bandearse según el caso.
- c) Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM.
- d) La capa de transición (o subyacente) se construirá dependiendo de la altura del cuerpo de terraplén debiendo construirse de 0.20 metros, si la altura de éste es menor de 0.80 metros y si es mayor se construirá de 0.50 metros; en cualquier caso deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM.
- e) Finalmente se construirá la capa subrasante con espesor de 0.30 metros en todo el ancho de la sección y el material que constituya dicha capa deberá compactarse al 95% de su PVSM.
- f) Los materiales empleados en la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y de acuerdo a lo indicado en el proyecto de terracerías.

#### *II.- Pavimento*

1).- *Base Hidráulica.* Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de base hidráulica de 0.15 centímetros de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para tal fin. El material que conforme esta capa se compacta al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO modificada.

La construcción de la base se hará conforme a lo señalado en la norma N.CTR.CAR.1.01.002/00, con los espesores y las secciones indicadas en el proyecto, utilizando materiales triturados procedentes de los bancos indicados en el proyecto con fundamento en las normas de la SCT.

Los materiales de base hidráulica deberán satisfacer los requisitos que se indican en las normas N.CMT.4.03. y los que se describen a continuación.

### MATERIALES DE BASE HIDRÁULICA

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Tamaño máximo de partículas	38.0 mm (1 ½")
Granulometría	Zonas I y II
Compactación	100% de su PVSM
Límite Líquido	35% Máximo
Índice plástico	10% Máximo
Equivalente de Arena	40% Mínimo
Porcentaje de finos	10% Máximo
V.R.S	100% Mínimo

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

2).- *Riego de impregnación.* Sobre la superficie de la capa de base hidráulica, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho y en los taludes que forme, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 0.8 de residuo asfáltico por metros cuadrados (m<sup>2</sup>), previamente a su aplicación se barrera por medios mecánicos la superficie a tratar para eliminar el material suelto, polvo, y materia extraña. No se permitirá el paso de tránsito ni maquinaria sobre el riego hasta el momento de tendido de la carpeta.

En cuanto a las emulsiones de rompimiento lento para la impregnación, estas provendrán de una planta cuya calidad sea reconocida y acreditada, además deberán cumplir con los siguientes requisitos:

### EMULSIONES DE ROMPIMIENTO LENTO

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Cemento asfáltico (%) en peso	60.0 Mínimo
Viscosidad Saybolt-furol, a 25°C (segundos)	5.0 Mínimo
Asentamiento a 5 días (% en peso)	10% Máximo
Retenido en malla N° 20 (% en peso)	0.1 Máximo
Penetración del residuo a 25°C, 100 gr 5 segundos	150 – 250
Solubilidad del residuo en CCL4, (%)	97.0 Mínimo
Ductilidad del residuo a 25°C,(cm)	40.0 Mínimo

Capacidad del recubrimiento con el material pétreo e inmersión por fricción, %	70.0 Mínimo
--------------------------------------------------------------------------------	-------------

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

Para el uso de las emulsiones se deberá proporcionar el estudio de la emulsión efectuado por el fabricante, relativas al tipo, uso, almacenamiento, restricciones de la temperatura de aplicación y su dilución con agua, para su óptima aplicación en el sitio.

3).- *Riego de liga para carpeta de concreto asfáltico.* Sobre la superficie de base hidráulica debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección, un riego de liga a base de emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 0.4 litros por metro cuadrado (lts/m<sup>2</sup>), sobre la superficie actual, dosificación que deberá ajustarse por el laboratorio de campo instalado por parte de la empresa que realizara los trabajos.

En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida o acreditada, además deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

#### EMULSIONES DE ROMPIMIENTO RAPIDO

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Cemento asfáltico (%) en peso	60.0 Mínimo
Viscosidad Saybolt-furol, a 50°C (segundos)	40.0 Mínimo
Asentamiento a 5 días (% en peso)	5.0% Máximo
Retenido en malla N° 20 (% en peso)	0.10 Máximo
Penetración del residuo a 25°C, 100 gr 5 segundos	60-90
Solubilidad del residuo en CCL <sub>4</sub> , (%)	97.0 Mínimo
Ductilidad del residuo a 25°C,(cm)	40.0 Mínimo
Capacidad del recubrimiento con el material pétreo e inmersión por fricción, %	70.0 Mínimo

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

Para el uso de las emulsiones se deberá proporcionar el estudio de la emulsión efectuado por el fabricante, relativas al tipo, uso, almacenamiento, restricciones de la temperatura de aplicación y su dilución con agua, para su óptima aplicación en el sitio.

4).- *Carpeta de concreto asfáltico.* Sobre la capa de base debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10.0 centímetros de espesor en todo el ancho del acotamiento, utilizando el material procedente del banco de préstamo indicado para tal fin y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximada de 1.25 lts/m<sup>2</sup> de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido de efectuará compactándola al 95% de su PVSM en la prueba Marshall. La mezcla se proyectará con el procedimiento Marshall.

*Ejecución.* Una vez aplicado el riego de liga que tenga la consistencia adecuada, se construirá una carpeta de ancho y espesor señalados en el proyecto, compactada al 95% de su PVSM Marshall. Se utilizará para el tendido una entendedora que garantice una buena distribución y compactación inicial de la mezcla asfáltica y además que cuente con un sistema de sensores automáticos para el control de espesores y niveles. En el caso de lluvia, el tendido deberá suspenderse de inmediato, sin argumentar que se tiende bajo riesgo del licitante.

La superficie de rodamiento deberá tener una textura y acabado uniforme, sin cambios bruscos en las pendientes longitudinales.

La carpeta se construirá con mezcla asfáltica elaborada en caliente con planta estacionaria, debiendo tomar en cuenta en todo momento la temperatura de la mezcla al salir de la planta, al tender y compactar, siendo 160, 130 y 110°C, respectivamente. Se utilizará material pétreo triturado a un tamaño máximo de 19 milímetros. Estos materiales deberán cumplir con un equivalente de arena de 50% mínimo.

Para la elaboración de la mezcla se empleará cemento asfáltico AC-20 debiendo cumplir con los requisitos siguientes, conforma al método Marshall de pastillas elaboradas con 75 golpes por cara a 130°C de temperatura:

#### ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA

Estabilidad		(kg)	700 Mínimo
Vacios		(%)	3 – 5
Flujo		(mm)	2 – 4
V.A.M		(%)	12 Mínimo

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

La calidad de la mezcla asfáltica será juzgada conforme al criterio Marshall, debiendo cumplir el material pétreo los siguientes requisitos:

### ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Desgaste de los Ángeles	30.0 % Máx.
Equivalente de arena	50.0 % Mín.
Forma de la partícula (lajeo y/o alargamiento)	35.0 % Máx.
Partículas trituradas	70.0 % Mín.
Adherencia con el asfalto	Buena
Partículas suaves	0.0 %
Densidad	2.4 Mín.

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

La granulometría del agregado pétreo se ajustará de manera que se cumplan con los requisitos del Método Marshall antes citados, realizando los ensayos correspondientes el laboratorio del contratista instalado en obra.

5).-*Suministro y aplicación de cemento asfáltico AC-20.* Ejecución. Se empleará cemento asfáltico AC-20 en todos los tipos de mezclas asfálticas empleadas en la elaboración de las carpetas, debiendo cumplir con las especificaciones siguientes, según la norma N.CMT.4.05.001/00.

### PRUEBAS EN EL ASFALTO

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Solubilidad en tricloroetilno	99.0 Mín.
Punto de inflamación, °C	232.0 Mín.
Punto de reblandecimiento anillo y esfera °C	48 – 56
Penetración a 25°C, 100 gr 5 segundos (0.10mm)	60.0
Ductilidad a 25°C, 5 cm p.m(cm)	50.0mín.
Viscosidad saybolt-furol, a 135°C (segundos)	120.0 Mín.
Viscosidad absoluta,60°C, (poises)	2000.0 Mín.
Viscosidad cinemática, 135°C, (centistokes)	300.0 Mín.
Pérdida por calentamiento, TPF, (%)	0.50 máx.

Fuente: Estudio de geotecnia con base en las Normas establecidas por la SCT.

El suministro de los productos asfálticos podrá hacerse de cualquiera de las refinerías que produzcan este tipo de cemento asfáltico, siempre y cuando cumplan con las especificaciones marcadas.

### ***Mantenimiento (conservación) de la superficie de rodamiento***

No habrá equipo ni sistemas a reparar; en este caso el mantenimiento será al camino y será continuo, principalmente en la época de lluvias, para ello la Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con brigadas de bacheo, otras que proveen mantenimiento al derecho de vía, otras que conservan en buenas condiciones el señalamiento tanto horizontal como vertical, desazolve de cunetas y estructuras hidráulicas, etc.

En este caso habrá control de malezas en caso de requerirse, se limitará a las actividades que se vayan ejecutando año con año en el derecho de vía de este camino; es decir se limitará a retirar las malezas que obstruyan la visibilidad en el camino, en cuanto a actividades de control de fauna nociva no se efectuará ningún tipo de control ya que la fauna de este lugar no se verá alterada en ninguna circunstancia por lo que no habrá fauna nociva que se origine por la preparación, construcción y operación del acotamiento del camino.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se almacenarán combustibles para el equipo de construcción, éstas sustancias son las siguientes: Agua, Gasolina, Diesel, Aceites lubricantes, emulsiones asfálticas etc. y se almacenarán en tanques de 200 litros, cuidando que no haya derrames al suelo.

Deberán almacenarse en los patios de servicio que se establecerán distributivamente en el banco de extracción de material previendo derrames en el suelo. También se podrán localizar dentro de los poblados de Lázaro Cárdenas, Chunhuhub y Polyuc, preferentemente dentro de la zona urbana, en donde los efectos negativos al ambiente natural invariablemente serán menores; pero ello resultaría un riesgo muy importante para la población residente, entonces deberán tomarse medidas preventivas severas.

Para la construcción del pavimento se emplearán y almacenarán emulsiones asfálticas de varios tipos y material pétreo; las emulsiones asfálticas se almacenarán en tanques y carros tanque, el material pétreo se almacenará sobre la orilla de la vialidad a construir.

En el caso de sustancias peligrosas, el tipo de actividades que se desarrollan en las distintas etapas o fases de la construcción del camino no requieren del empleo de sustancias peligrosas, sin embargo deberá tenerse el cuidado necesario para no ocasionar contaminación del suelo o agua en lugares fuera del área de construcción de la vialidad.

Las brigadas de conservación al usar vehículos automotores para su traslado y para dar el mantenimiento respectivo (emulsiones asfálticas, pinturas, materiales pétreos, etc.), generan residuos líquidos, sólidos y emisiones de gases, no obstante todas las actividades se desarrollan sobre la carpeta asfáltica; se debe tener cuidado en el manejo de sustancias que puedan resultar peligrosas para la operación del camino, principalmente debe evitarse el derrame de combustibles o líquidos que puedan provocar que los vehículos derrapen sobre la carpeta asfáltica.

Los Residuos sólidos generados durante las etapas de la obra son los siguientes:

- Material de despalme. Este material no se desalojará, servirá para el arrope de los taludes. El material será del espesor que indique el estudio de geotecnia y deberá efectuarse con máquina, medido en banco, antes de iniciar la construcción. Incluye el afloje, extracción del material y remoción, lográndose el mejor movimiento de tierras al tiro que asigne la supervisión, siendo la constructora responsable de cualquier movimiento de tierras hacia otro lugar sin previa autorización de la supervisión.
- Material producto de los cortes. Parte de este material se empleará en la formación de terraplenes, no habrá material sobrante.
- Residuos sólidos (basura). Estos residuos se recolectarán y se llevarán para su disposición final en los tiraderos oficiales de las comunidades más cercanas.
- Residuos fecales. Al igual que en el punto anterior, la disposición de este tipo de residuos se hará en la red de drenaje sanitario del o de los poblados más cercanos al sitio del estudio. Emplear un modelo de letrina sanitaria, en caso de no serlo, se podrá depositar en algún otro lugar indicado por la supervisión.
- Polvos durante las excavaciones. Este tipo de residuos se generan durante los trabajos de despalme, excavación y compactación de los materiales para la formación de las terracerías. Estos residuos no se pueden evitar y se mitigarán haciendo riegos frecuentes durante el desarrollo de los trabajos.
- Humos de maquinaria de construcción. Toda la maquinaria de construcción genera humos que son producto de la combustión de los combustibles, estas emisiones no se pueden evitar pero si se pueden controlar; de manera que estas emisiones se disminuirán invariablemente si se mantienen los motores en buen estado mecánico. En todo caso si se trata de motores de combustión interna (ciclo Otto de gasolina), deberán apegarse al reglamento en función a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, mismo caso de motores que operen con motores diesel (Ciclo Diesel).
- Los residuos inorgánicos se deberán depositar en los recipientes que la empresa constructora destine para ese fin y su disposición final se hará en el sitio que el municipio haya dispuesto para este fin (plantas de desechos sólidos).

Todas las metodologías aquí descritas y analizadas deben basarse en un enfoque preventivo y deben desarrollarse metas y medidas específicas, prever un programa

de trabajo así como de asistencia técnica para ejecutar los demás programas de acción derivados del proceso de construcción y conservación, de manera que garanticen beneficios urbanos, sociales y ambientales.

La construcción de la vialidad está íntimamente vinculada con el ambiente construido, y que como consecuencia lógica tiene relevantes repercusiones en el ordenamiento territorial, de los asentamientos humanos y el equilibrio ecológico. Este tipo de obras introducen cambios importantes en los ecosistemas naturales e influyen en la calidad de vida de las personas. En el siguiente apartado se identifican los efectos que puede causar el proyecto sobre el territorio urbano ambiental.

### **3.2 Identificación de los tipos de impactos.**

En el apartado anterior se han analizado las etapas del proceso de construcción y conservación de la carretera, ello implica un impacto territorial urbano ambiental. Se identifican los tipos de impactos causados, en particular por la construcción y conservación de la carretera.

La identificación de los impactos ambientales es fundamental para incorporar el proyecto a su entorno. Para lograr una adecuada identificación de los mismos existe una amplia gama de técnicas, que van desde las más simples, en las que se evalúa cualitativamente el grado de afectación generado, determinando los principales impactos (frecuentes y/o importantes), hasta las de mayor complejidad, donde se evalúan los impactos cuantitativamente en función de factores como antecedentes de otros estudios, investigaciones específicas y principalmente la experiencia de los evaluadores del impacto. Cualquier técnica que se emplee debe considerar básicamente el entorno ambiental donde se pretende insertar el proyecto y las características del mismo. La finalidad ideal que se persigue al aplicar las técnicas de análisis es cubrir las tres etapas del estudio: identificación, predicción (determinación) y evaluación (medidas de mitigación).



## IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE IMPACTOS

TECNICA	DETERMINACION
Procedimientos pragmáticos	Comité interdisciplinario de especialistas
Listados	Lista estandarizada de impactos asociados con el tipo de proyecto.
Matrices	Listas generalizadas de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales afectados por más de una acción.
Redes	Trazado de ligas causales.
Modelos	Conceptuales.- Describe las relaciones entre las partes del sistema. Matemático.- Modelo conceptual cuantitativo. Simulación en computadora.- Representación dinámica del sistema.
Sobreposiciones	Evaluación visual de la capacidad ecológica anterior y posterior al proyecto.
Procedimiento adaptativo	Combinación de varias técnicas.

Fuente: elaboración propia con base a información recabada de diversas fuentes.

De las técnicas revisadas anteriormente se ha determinado que las más apropiadas para la identificación de impactos en proyectos carreteros son:

- *Método de matrices*
- *Sobreposición de mapas*

Ambas técnicas son apropiadas para este tipo de proyecto en particular no es posible aplicar la técnica de sobreposición de mapas por tanto se consideró que para determinar los impactos la técnica más viable para su análisis es el método de Matrices de Interacción.

Para realizar la identificación de impactos mediante el método de matrices se utilizó la técnica de lista de comprobación, de la que se partió para elaborar la matriz, ya que es un método sencillo que permite identificar y delimitar los aspectos a analizar en el proyecto y el entorno, facilitando la evaluación de los impactos, aunque por sí misma no es suficiente, por lo que se utiliza combinada con la técnica de matrices. Los factores que se consideran en las listas son básicamente de dos tipos:

Lista de los factores del medio ambiente que pueden ser la base para un inventario o recopilación de información de un proyecto.

Lista de actividades del proyecto que generarán un impacto en el ambiente.

A continuación se presentan las listas de chequeo elaboradas para la identificación de impactos producidos por la construcción y conservación de la superficie de rodamiento sobre el pavimento flexible.

*Lista de Chequeo de los factores del medio ambiente Medio biótico.*

- Degradación de la vegetación en el medio circundante.
- Modificación del Hábitat.
- Disminución de la abundancia de la fauna.
- Alteración del patrón de distribución de la fauna.

*Afectación de las especies acuáticas Medio físico.*

- Erosión.
- Arrastre.
- Sedimentación.
- Alteración del drenaje natural.
- Modificación del flujo del agua.
- Contaminación del aire con gases y polvo.
- Contaminación de las corrientes con acarreos.
- Contaminación del suelo.
- Vibraciones y choques.

*Medio Urbano*

- Modificación de la estructura urbana de los centros de población.
- Aislamiento vial de subcentros urbanos.
- Fraccionamiento de las comunidades.
- Conflictos sociales.
- Accidentes.

*Calidad del Paisaje*

- Perturbación del paisaje natural.
- Deterioro de sitios de interés histórico.
- Obstrucción de ángulos visuales.
- Ruido.
- Basura.

### *Lista de actividades del proyecto que generan impactos al ambiente*

- Bancos de Material.
- Preparación de la Mezcla.
- Barrido.
- Riego de liga.
- Extensión de material pétreo.
- Riego de material asfáltico.
- Compactación.
- Corte.
- Riego de Sello.
- Apertura al público.
- Señalización.
- Mantenimiento.

Es importante aclarar que aun cuando los bancos de material no son parte propiamente de la construcción y conservación de las superficies de rodamiento, se involucraron en la evaluación debido a que proveen del material básico para el desarrollo de las actividades

Con base en los factores definidos en la lista de verificación se elaboró la matriz de interacción que se presenta en la tabla de abajo. Cabe señalar de manera particular, que el método de matrices se aplica comúnmente para identificar los impactos que producirían el camino y sus obras complementarias en el ambiente y para evaluar su intensidad a fin de seleccionar la opción más adecuada para mitigar dicho impacto de ser posible la mitigación.

Las matrices pueden considerarse como listas de confrontación de dos dimensiones y constituyen el primer paso para definir sistemáticamente las interrelaciones entre los elementos. Estas interrelaciones, que pueden no ser obvias durante los procesos iniciales de valoración del camino o del ambiente en que se alojará, comprenden relaciones de 3 tipos:

- Relaciones causa-efecto, por ejemplo, sistemas de drenaje-modificación de hábitat.
- Relaciones entre los factores de deterioro del medio, por ejemplo, modificación del flujo del agua-degradación de la vegetación.
- Relaciones entre las obras que componen el proyecto, por ejemplo, terracerías sistemas de drenaje.

Una matriz puede ayudar muy eficazmente a identificar los tipos de interacciones, así como a establecer el posible rango de los resultados de cualquier acción específica. Del mismo modo, también puede ser útil para predecir con un mejor conocimiento del medio, aún sin ninguna acción a realizar.

### MATRIZ DE INTERACCIÓN

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS																					
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE																					
SIMBOLOGÍA			CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN	MANTENIMIENTO										
			BANCOS DE MATERIAL	ELABORACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO	BARRIDO	RIEGO DE LIGA	EXTENDIDO DE MATERIAL PÉTREO	RIEGO DE MATERIAL ASFÁLTICO	MEZCLADO	TENDIDO DEL CEMENTO ASFÁLTICO	COMPACTACIÓN	CORTE	RIEGO DE SELLO	APERTURA AL PÚBLICO	SEÑALIZACIÓN	BACHEO Y RENOVELACION	LIMPIEZA	SEÑALIZACIÓN			
NS NO SIGNIFICATIVO PS POCO SIGNIFICATIVO S SIGNIFICATIVO																					
IMPACTOS AMBIENTALES	TERRITORIALES	FÍSICOS (ABIÓTICOS)	CLIMA	MICROCLIMA	S																
			AIRE	CALIDAD	S	S	PS	PS	PS	PS								PS			
			SUELO	FERTILIDAD	S																
				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	S																
				ERODABILIDAD	S																
			AGUA SUPERFICIAL	PATRON DE DRENAJE	S				PS		PS										
				CALIDAD DEL AGUA	S															NS	
			AGUA SUBTERRÁNEA	RECARGA DEL ACUIFERO	S				PS		PS										
				CALIDAD DEL AGUA	S																
		DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	S																	
			RELIEVE	S																	
		BIÓTICOS (BIOLÓGICOS)	VEGETACIÓN	DENSIDAD	S																
				ABUNDANCIA	S																
				DISTRIBUCIÓN	S																
				HÁBITAT	PS																
			FAUNA	DIVERSIDAD	PS				PS		PS										
				ABUNDANCIA	PS				PS		PS				PS						
				INTERRELACIÓN DE LAS POBLACIONES	PS				S		S				S						
	HÁBITAT			PS																	
					PS		PS	NS	NS	NS	NS				PS			PS			
	SOCIALES	SOCIOECONÓMICOS	EMPLEO	PS		PS	NS	NS	NS	NS				PS			PS				
			CALIDAD DE VIDA	PS				S	S				S						S		
			ACTIVIDADES ECONÓMICAS	PS				S	S				S			PS					
			EFECTOS A LA SALUD	PS	NS	NS	NS		NS	NS		NS		NS		NS		NS			
	URBANOS	CENTROS DE POBLACIÓN					S						S	S	S	S	S	S	S		
		ESTRUCTURA URBANA											S	S	S	S	S	S	S		
		INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS					S		S				S	S	S	S	S	S	S		
		MOVILIDAD											S	S	S	S	S	S	S		
		RECREACIÓN											S	S	S	S	S	S	S		
		CALIDAD DE LA VIVIENDA											S	S	S	S	S	S	S		
		IMAGEN URBANA (PAISAJE)	S				S		S				S	S	S	S	S	S	S		

Fuente: Elaboración propia con base en estudios diversos.

Para determinar la importancia relativa de cada uno de los impactos ambientales, puede usarse un procedimiento de comparación, valorizando estos factores en una graduación de 1 a 10, en términos de magnitud (escala del efecto ambiental) e importancia (estimada a juicio del evaluador), aunque este procedimiento presenta problemas para la unificación de criterios y las estimaciones tienen cierto carácter subjetivo, permite *identificar* los factores de deterioro más significativos, que corresponden a los valores más altos en la escala. En realidad, esta es la aplicación más importante que puede hacerse del análisis de los impactos ambientales por medio de matrices. Para el presente estudio se establecieron en la siguiente tabla los criterios de magnitud, importancia y duración para realizar una identificación jerarquizando los tipos de impactos generados durante la construcción y conservación de la superficie de rodamiento.

#### CRITERIOS PARA IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE IMPACTOS

SIGNIFICANCIA	DESCRIPCIÓN
No significativo	Los impactos al ambiente y las poblaciones no alteran las funciones normales de ningún sistema ambiental de manera que tenga consecuencias visibles o permanentes.
Poco Significativo	Los impactos al ambiente y poblaciones pueden ser temporales (durante el tiempo que duren las actividades involucradas en el proyecto). Local, si sólo abarca el área del proyecto y es reversible; es decir, que se pueden recuperar las condiciones iniciales en el área en un periodo de tiempo menor a un año.
Significativo	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o mayores de un año, el efecto es local o regional; es decir, pudiera abarcar el área del proyecto, la región fisiográfica. Además, es irreversible (no es posible recuperar las condiciones iniciales prevalecientes).
TIPO	DESCRIPCIÓN
Adverso	El impacto va en detrimento de la calidad ambiental o en perjuicio de la población.
Benéfico	El impacto favorece la calidad del ambiente o la calidad de vida de la población.

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de los capítulos 1 y 2.

Es importante señalar que el uso del método de matrices simples de dos dimensiones ofrece algunos inconvenientes, especialmente que el formato no

permite representar las interacciones sinérgicas que ocurren en el ambiente, ni tomar en cuenta los efectos indirectos o secundarios que se presentan con frecuencia en el proyecto. Una modificación de este método resuelve el problema de mostrar las diferentes clases de información, incluyendo varios elementos en un solo formato; por ejemplo, uso de recursos, acción generada (corte), cambios iniciales y subsecuentes en las condiciones del medio (erosión, incremento de la carga de sólidos en las corrientes) y efectos probables (variaciones poblacionales de la fauna).

En realidad, ninguna técnica o metodología para la identificación de impactos es completamente adecuada, ya que su utilidad depende de las condiciones ambientales del sitio y de las particularidades del proyecto a evaluar. Sin embargo, es en este caso particular el recomendable en cuanto a su aplicación ya que se realizan con base en una combinación de técnicas, lo cual es lo más apropiado.

### **3.3 Determinación de impactos y medidas de mitigación.**

Se analizan los impactos generados durante la construcción y mantenimiento (conservación) de la superficie de rodamientos de la carretera y que en consecuencia nos llevará a proponer (prevenir) las medidas de mitigación correspondientes.

La mayoría de los impactos, y los más adversos, son generados durante las etapas previas a la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de la carretera, en las cuales se abre y limpia el trazo correspondiente al derecho de vía, por tanto cuando se realiza un estudio de impacto ambiental de carreteras las etapas de construcción y conservación de la superficie de rodamiento no son consideradas dentro de las actividades impactantes y los impactos detectados son generalmente muy escasos y poco significativos. En el presente apartado, el cual se ha centrado en analizar los impactos generados en estas etapas finales de la construcción del acotamiento de la carretera, se han identificado pocos impactos, algunos de los cuales tienen su origen desde la construcción del cuerpo de la carretera y se ven reafirmados cuando se tiene la superficie de rodamiento y se pone en operación. A continuación se describe cada impacto identificado con base en la lista de chequeo y la matriz de impactos de acuerdo a la etapa en que se presentan, la actividad que los genera y las medidas de mitigación correspondientes, en los casos que los impactos no sean mitigables se plantea la medida compensatoria que puede implementarse.

**Etapas:** CONSTRUCCION

**Actividad:** Aprovechamiento de bancos de material.

**Impacto:** Disminución de la calidad del aire.

**Descripción:** Durante el aprovechamiento de los bancos de material se realizan actividades tales como: excavaciones, selección de agregados dependiendo del tipo de material, carga de los camiones con el material y transporte a la planta u obra. Todas esas actividades generan partículas sólidas suspendidas que se incorporan al aire formando nubes de polvo y tolvaneras, que pueden tener un radio de afectación muy variable dependiendo de las condiciones climatológicas. Asimismo, los vehículos que transportan el material, emiten gases producto de una combustión incompleta como CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub><sup>40</sup>, principalmente, los cuales se precipitan al suelo con la lluvia (afectando sus propiedades químicas) o son absorbidos directamente por los organismos ocasionando enfermedades. Las zonas más afectadas son aquellas donde la cubierta vegetal es escasa o muy dispersa como zonas erosionadas o agrícolas donde es fácilmente arrastrado el suelo por la acción del viento. Es un impacto adverso ya que disminuye la calidad del aire y es poco significativo porque son efectos temporales que duran el mismo tiempo que el aprovechamiento del banco de material.

**Mitigación:** Localizar los bancos de materiales cercanos al proyecto carretero y evaluar la conveniencia (técnica-económica) de obtener los agregados que se necesitan para la construcción de la carpeta asfáltica. En caso que la evaluación no sea favorable para abastecerse de bancos comerciales, los bancos de materiales requeridos para la carpeta asfáltica, se deberán ubicar involucrando otros criterios además de los técnicos para su explotación. Un estudio preciso sobre geología, climas, factores bióticos y socioeconómicos, que permitan plantear acciones para disminuir la erosión, minimizar la alteración del medio a través del transporte de partículas por viento, afectaciones a comunidades animales o vegetales frágiles o bajo protección, así como considerar las distancias con respecto a las poblaciones evitando afectaciones a la misma y minimizar gastos de transporte. Por otra parte, es recomendable mantener el material cubierto con lonas húmedas durante el transporte para evitar que sea arrastrado por el viento. Al ubicar cerca los bancos de material de las obras o plantas de producción se disminuye el tiempo de transporte y en consecuencia las emisiones a la atmósfera, además de favorecer la disminución de emisiones contaminantes producidas por

---

<sup>40</sup> CO<sub>2</sub>: *Bióxido de carbono*; El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), también conocido como bióxido de carbono, óxido de carbono y anhídrido carbónico, es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. Y juega un papel importante en los procesos vitales de plantas, animales y, en definitiva, para el ser humano, como en la fotosíntesis, la respiración o en diversas actividades internas del cuerpo humano. El CO<sub>2</sub>, en cantidades adecuadas, es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable, ya que impide la salida de calor de la atmósfera; un exceso de CO<sub>2</sub> provoca una subida de la temperatura excesiva, dando lugar al calentamiento global, del que se sospecha que puede provocar un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo de los polos, lo que provocará diversos problemas ambientales, como inundaciones.

SO<sub>x</sub>: *Óxidos de azufre*; El dióxido de azufre es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Su vida media en la atmósfera es corta de unos 2 a 4 días, y casi la mitad de las emisiones vuelven a depositarse en la superficie, mientras que el resto se transforma en iones sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Se trata de una sustancia reductora, que con el tiempo y en contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre. Es soluble en agua, formando una disolución ácida, y aun siendo inestable en estas condiciones, es capaz de formar sales como los sulfitos y bisulfitos.

NO<sub>x</sub>: *Dióxido de Nitrógeno*; Hace referencia a un grupo de gases muy reactivos. Muchos de los óxidos de nitrógeno son incoloros e inodoros. Sin embargo, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), un contaminante común, forma en el aire junto a las partículas en suspensión una capa entre rojiza y marrón que cubre muchas zonas urbanas. Los óxidos de nitrógeno se forman cuando se quema combustible [...]. Las principales fuentes de NO<sub>x</sub> son los automóviles, las centrales eléctricas y otras fuentes industriales, comerciales y domésticas que queman combustibles. En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno pueden contribuir a la formación de ozono fotoquímico (smog o niebla contaminante) y tener consecuencias para la salud. También contribuye al calentamiento global y puede provocar lluvia ácida.



combustión incompleta, en donde también es necesario contar con un programa de mantenimiento de todos los vehículos.

**Impacto:** Incremento de ruido laboral y ambiental.

**Descripción:** Las actividades desarrolladas en el banco de materiales involucran un movimiento constante de maquinaria pesada, camiones de carga, personal y la operación de trituradoras, lo que genera niveles de ruidos altos y variables. Este ruido ahuyenta a la fauna y en algunos casos ocasiona problemas de salud como sordera temporal o permanente si existe exposición prolongada a esos niveles de ruido. Asimismo, si una población cercana se encuentra expuesta a niveles de ruido altos, puede sufrir estrés u otras alteraciones sicosomáticas relacionadas con el ruido. A este impacto se le identificó como adverso poco significativo porque es un impacto temporal e intermitente.

Por otra parte, al construir la carpeta asfáltica se inicia el tránsito por la vía carretera, situación que genera, entre otras cosas, niveles de ruido cuya intensidad tendrá aproximadamente un máximo de 88 decibeles a una distancia de 15 metros. El impacto es adverso poco significativo, debido a que deteriora la calidad del ambiente en un radio de afectación únicamente local e intermitente, pero su permanencia es indefinida ya que tiene una relación directa con la vida útil de la carretera.

**Mitigación:** El mantenimiento de la maquinaria y vehículos es el único medio para minimizar la generación de niveles altos de ruido y proveer a los trabajadores de equipo de seguridad adecuado, específicamente tapones para los oídos (SNR 30). Otro factor que podría ayudar es la ubicación de los bancos de material alejados de los centros de población.

**Impacto:** Disminución en la calidad del suelo e incremento en la erodabilidad.

**Descripción:** En este caso la superficie agrícola del suelo es retirada en su totalidad durante el aprovechamiento de los bancos de material, por tanto sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad, entre otras, se pierden. Al mismo tiempo al separarlo de su cubierta vegetal y acumularlo en montículo o dispuesto en otras áreas es lavado por la lluvia, lo cual disminuye su fertilidad principalmente porque ya no cuenta con la cubierta vegetal, además es arrastrado más fácilmente por la misma lluvia y viento erosionándose rápidamente. Por otro lado, la superficie que ha sido despojada de la cubierta vegetal y de la capa superficial del suelo, deja al descubierto el material litológico profundo convirtiéndolo en material fácilmente erosionable por la acción del viento y el agua. Este impacto es adverso significativo debido a que la recuperación total del sitio llevará varios años para el establecimiento de las primeras etapas de la sucesión ecológica de la vegetación, y varios cientos de años para el desarrollo de un horizonte orgánico de suelo.

**Mitigación:** El suelo agrícola que se elimina de los bancos de materiales se puede utilizar para establecer áreas verdes alrededor del banco de material, en los camellones de la carretera (según el diseño geométrico) o asignarse a un lugar específico donde se favorezca el desarrollo de la vegetación temporalmente para reutilizarlo en la recuperación del área del banco de material una vez que se ha terminado su aprovechamiento, y evitar que esta área se erosione o se produzca un cambio de uso de suelo.

**Impacto:** Modificación de la calidad del agua del acuífero.

**Descripción:** Durante el aprovechamiento del banco de material se favorece la lixiviación de sustancias como hidrocarburos, aceites, residuos orgánicos generados por los trabajadores, entre otros, hacia el manto freático contaminando el acuífero, por otro lado la ausencia de vegetación en esa zona provocará cambios en el microclima, si el área es muy extensa y cubierta por una comunidad arbórea bien establecida, los cambios pueden ser mesoclimáticos provocando variaciones en la recarga de los acuíferos por alteración de los ciclos hidrológicos, por tanto el impacto generado es adverso significativo, con base en que para recuperar el ecosistema original se requerirán varios años y un gran esfuerzo perfectamente planeado.

**Mitigación:** Programar la rehabilitación de la zona inmediatamente después de que se termine el aprovechamiento del banco de material, procurando la utilización de suelo y vegetación de la región y evitando derrames de sustancias como combustibles, aceites o aditivos necesarios para maquinarias y equipos empleados, por lo que es necesario destinar sitios específicos para el almacenamiento de estas sustancias en donde se cuente con materiales impermeables en el suelo que eviten su infiltración.

**Impacto:** Afectaciones a la salud.

**Descripción:** Las partículas sólidas suspendidas en el aire por la actividad de aprovechamiento de bancos de material quedan disponibles para ser ingeridas a través del sistema respiratorio y digestivo, provocando generalmente enfermedades respiratorias que pueden ser desde un flujo continuo de mucosidad hasta llegar a favorecer la aparición de asma, debido a la acumulación de partículas de polvo en las vías respiratorias y membranas pulmonares, de esto pueden derivar gastos médicos y pensiones por enfermedad. El impacto generado es adverso poco significativo, debido a que la población expuesta es en su mayoría personal que labora en la obra y cuenta con equipo de seguridad.

**Mitigación:** Ubicar los bancos de materiales alejados de centros de población y suministrar al personal el equipo de protección, por ejemplo goggles, mascarilla,

casco y guantes, necesario para realizar su trabajo minimizando riesgos de enfermedades.

**Impacto:** Modificación del microclima.

**Descripción:** Las alteraciones sobre el microclima son de dos tipos, el primero es el cambio climático en los alrededores del banco de material debido a la eliminación de la cubierta vegetal en el sitio de aprovechamiento y el aplastamiento de las plantas de los alrededores por el paso del personal e instalación y operación de maquinaria y equipo. Este efecto es más grave en esta zona con cubierta vegetal en especial de este tipo selvático, donde la vegetación es homogénea y abundante. El impacto es adverso significativo, debido a que se genera un deterioro del ambiente en la zona del banco y por otro lado puede ser irreversible; es decir, que no es posible recuperar las condiciones iniciales del sitio.

**Mitigación:** Elaborar programas de restauración donde se incluyan actividades como preservar la capa agrícola del suelo y la vegetación nativa que sea posible para utilizarla al terminar el aprovechamiento en la recuperación de la cubierta vegetal en el sitio, favoreciendo así el amortiguamiento de cambios extremos de temperatura tanto a nivel local como regional.

**Impacto:** Modificación de la topografía.

**Descripción:** Para la extracción de material se eligen generalmente cerros, en este sentido son las pequeñas elevaciones presentes cuyo material a extraer es el sascab, resultando que la extracción puede ser tan severa que desaparezcan parcial o completamente, convirtiendo la zona en una serie de depresiones en el terreno con roca desnuda en la cual la cubierta vegetal tardará algunos años en establecer los primeros estadios de la sucesión ecológica y algunos cientos de años en volver a formar una capa de suelo orgánico (horizontes con estructura, textura, porosidad y materia orgánica), por lo tanto, es imposible recuperar las condiciones iniciales, generado un impacto adverso significativo.

**Mitigación:** Este impacto no es mitigable, sin embargo es posible realizar acciones compensatorias como, favorecer el establecimiento de la cubierta vegetal en la zona y la inmigración de las especies faunísticas.

**Impacto:** Modificación del patrón de drenaje superficial.

**Descripción:** La extracción de materiales creará depresiones en el terreno por la extracción del material y elevaciones por la acumulación de material seleccionado, lo cual modificará el drenaje superficial porque se crearán barreras físicas, pero además se aumentarán los sólidos suspendidos arrastrados por escorrentías y van a desembocar en los arroyos y cuerpos de agua cercanos, este efecto será más grave en proporción directa a la pendiente de la zona donde se encuentra

ubicado el proyecto. El impacto resultante es adverso significativo, porque deteriora las condiciones ambientales y su influencia se puede prolongar hasta la región completa por la acción de los nuevos escurrimientos que formarán un sistema de drenaje superficial nuevo.

**Mitigación:** Este impacto no es mitigable, pero pueden aplicarse medidas compensatorias como evitar invadir zonas fuera del área definida para el banco de materiales con residuos de la actividad misma o generados por los trabajadores.

**Impacto:** Deterioro de la calidad del agua superficial.

**Descripción:** El material suelto generado por la excavación puede ser arrastrado fácilmente por las escorrentías de las épocas de lluvia para depositarse en los arroyos y lagos alrededor del proyecto. La presencia de sólidos en los cuerpos de agua evita la penetración de la luz y los procesos de fotosíntesis de algunos organismos acuáticos, también altera los ciclos de equilibrio químico generando entre otras cosas una mayor demanda de O<sup>2</sup> (oxígeno) y en consecuencia la eutroficación del cuerpo de agua y la muerte de los organismos.

**Mitigación:** Es recomendable determinar un sitio para almacenar el material de manera que no pueda ser arrastrado por el agua, así como implementar trampas de sedimentación para disminuir la cantidad de sólidos sedimentables que se incorporan a las corrientes de los ríos y a los embalses, presas y lagos.

**Impacto:** Eliminación de la cubierta vegetal.

**Descripción:** Durante la explotación de bancos de material, es necesario eliminar la cubierta vegetal para poder realizar el aprovechamiento del material. Se realiza primero una limpieza y deshierbe del sitio y después se retira el suelo superficial u horizonte agrícola para finalmente extraer los materiales litológicos que reúnen las características apropiadas para ser utilizados como materiales pétreos en la construcción de superficies de rodamiento. El impacto generado es adverso significativo porque propicia el deterioro del medio ambiente y el impacto, aun cuando es local, es grave, ya que la vegetación sobre todo si son comunidades como bosques o selvas no es fácil volverla a introducir en el sitio en menos de 10 años aún y cuando se consiga lograr condiciones de sitio apropiadas para su desarrollo sobre todo en lo referente a propiedades físicas y químicas del suelo.

**Mitigación:** Dentro del programa de recuperación de sitio debe considerarse la conservación, en la medida de lo posible, del material removido tanto vegetal como del horizonte superficial del suelo (horizonte agrícola), para reutilizarse posteriormente en la recuperación del sitio sirviendo como medio de sostén y material biológico mínimo necesario para el establecimiento de una cubierta vegetal en la zona respetando la composición florística original del sitio.

## **Actividad: OPERACIÓN DE LA PLANTA DE ASFALTO**

**Impacto:** Disminución de la calidad del aire.

**Descripción:** La operación de las plantas de asfalto generarán emisiones de gases producto de la combustión incompleta de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos en la mezcla que escapan de los equipos de control de vapores. Estas sustancias se incorporan a la atmósfera y se convierten en elementos disponibles para la asimilación por parte de los seres vivos. Por otro lado, la preparación de mezcla asfáltica involucra la utilización de materiales pétreos, por lo que existe un aumento de los niveles de emisión de partículas sólidas suspendidas, debido a los movimientos de esos materiales. El impacto generado es adverso significativo, debido a que los gases de combustión, compuestos orgánicos volátiles y partículas sólidas suspendidas son tóxicas y pueden tener una afectación directa en la salud de la población.

**Mitigación:** La emisión de gases de combustión a la atmósfera en plantas de asfalto es controlable si se manejan dos etapas en su control; la primera es un monitoreo periódico al que están obligadas todas las industrias, en relación a gases de combustión e isocinéticos. Con base en estos datos es posible establecer el sistema de captura de gases más apropiado para la planta de asfalto en particular, de tal manera que la eficiencia sea el máximo necesario para no solamente cumplir con una normatividad sino ofrecer una mayor seguridad, tanto en el ambiente laboral como en la calidad de aire ambiental. Además es necesario dotar a los trabajadores del equipo de protección personal mínimo necesario para trabajar con estos materiales, como son guantes, mascarilla para solventes, ropa de algodón, botas, entre otros.

## **Actividad: MEZCLADO**

**Impacto:** Disminución de la calidad del aire.

**Descripción:** En el proceso de mezclado aun cuando ya estén dosificados los materiales al adicionar el agua y mezclar se generan pequeñas cantidades de polvo que son liberadas al aire deteriorando su calidad, esta cantidad de polvo aumenta considerablemente en los procesos de trituración del material durante su preparación para obtener el tamaño de agregado adecuado, por tanto el impacto generado es adverso no significativo, debido a que la emisión es temporal, no rebasa el área de trabajo y los volúmenes emitidos son relativamente bajos en comparación con otras industrias.

**Mitigación:** Para minimizar la emisión de partículas suspendidas al aire se recomienda la instalación de extractores de polvo en las áreas de trabajo. Para prevenir problemas respiratorios de los trabajadores es conveniente que utilicen el

equipo de protección personal correspondiente como son mascarillas, goggles y casco.

**Impacto:** Afectaciones a la salud.

**Descripción:** Durante el mezclado se llegan a emitir compuestos orgánicos volátiles por el calentamiento de la mezcla, los cuales se evaporan incorporándose al ambiente. La exposición a concentraciones altas o prolongadas a estos solventes puede ocasionar problemas teratogénicos, cancerígenos, entre otros. Además, las temperaturas elevadas de los materiales pueden ocasionar quemaduras y artritis a los trabajadores cuando no se manejan con el equipo de protección personal necesario. El impacto generado es adverso no significativo, debido a que el material caliente lo esparce la pavimentadora y posteriormente es compactado con la compactadora de rodillos por tanto el contacto que tienen los trabajadores con ese material es mínimo.

**Mitigación:** En la medida de lo posible es recomendable que se sustituyan las mezclas asfálticas que utilizan compuestos orgánicos volátiles con emulsiones, las cuales se preparan a base de agua y que además tienen la ventaja de ser más económicas. Por otro lado, siempre que se trabaje con mezclas asfálticas debe emplearse el equipo de seguridad necesario para evitar enfermedades y accidentes laborales.

**Actividad:** TENDIDO DEL CEMENTO ASFALTICO

**Impacto:** Elevación de la temperatura local.

**Descripción:** El tendido del asfalto genera dos tipos de alteraciones climáticas, el primero es el cambio microclimático en el derecho de vía debidos a la distinta refractancia del asfalto respecto a la superficie original (suelo), así como modificaciones mesoclimáticas generadas por la creación de pasillos entre valles, los cambios son más drásticos cuando se divide una zona con cubierta vegetal homogénea, ya que se crea un desequilibrio en el ecosistema deteriorándolo favoreciendo la formación de manchones aislados. El asfalto absorbe mucha mayor cantidad de calor que el suelo mismo, por tanto al liberar este calor durante la tarde y noche genera un aumento en la temperatura local y su permanencia por un mayor número de horas. Los cambios microclimáticos y, en especial, los mesoclimáticos pueden ocasionar efectos secundarios sobre los ecosistemas como cambios en los regímenes de lluvia local, ocasionando problemas de inundaciones o sequías. Una de las características más importantes de este proyecto es que abarca más de un ecosistema y esto genera una diversidad de impactos que dependen de los recursos que se encuentran en cada uno. El impacto se considera, en general, poco significativo debido a que es local pero permanente. Sin embargo, de manera local pudieran existir características ambientales frágiles que vuelvan a este impacto como significativo.

**Mitigación:** Este es un impacto no mitigable, pero se puede emplear como medida compensatoria el establecimiento y mantenimiento de una cubierta vegetal a ambos lados del derecho de vía de la carretera y en los camellones, lo cual favorecerá el control de los cambios de temperatura y la humedad local.

**Impacto:** Modificación del patrón de drenaje del agua superficial.

**Descripción:** La construcción de la superficie de rodamiento creará una barrera para las escorrentías naturales y modificará su dirección, ocasionando el cambio de curso de los pequeños riachuelos, modificando la alimentación de cuerpos de agua, tanto lóticos como lénticos. Este efecto es permanente y tiene efecto a distancias considerables del proyecto tan lejos como lleguen las escorrentías y ríos intermitentes definidos por el patrón modificado de drenaje, por tanto el impacto resultante es adverso significativo, salvo en sitios donde el patrón de drenaje sea incipiente o nulo, como en algunas zonas planas, donde prevalecen los escurrimientos de tipo laminar.

**Mitigación:** La modificación del patrón de drenaje es un impacto no mitigable debido a que es inevitable el efecto barrera de la carpeta asfáltica, pero es posible elaborar un programa de restauración de las áreas colindantes con el derecho de vía de la carretera para favorecer el desarrollo de la vegetación y la inmigración de algunas especies faunísticas. Por otro lado, es importante que el drenaje de la carretera mantenga el diseño adecuado al patrón de drenaje que cruzará y un mantenimiento preventivo permanente.

**Impacto:** Disminución en la recarga de acuíferos.

**Descripción:** Al cubrir con asfalto el derecho de vía para construir la superficie de rodamiento, se disminuye la superficie de infiltración del agua al manto freático, además al obstaculizar los escurrimientos del agua se modifica su curso y en consecuencia se modifica también la tasa de infiltración. El impacto generado es adverso significativo debido a que es un impacto permanente y a la importancia creciente de las reservas hídricas en todo el país debido a su escasez sobre todo en la parte centro y norte del país.

**Mitigación:** No mitigable pero puede lograrse una medida compensatoria si se favorece el establecimiento de una cubierta vegetal más abundante, respetando la composición florística natural, esa vegetación favorecerá la retención e infiltración del agua hacia el manto freático.

**Impacto:** Disminución de las poblaciones faunísticas en la zona (abundancia).

**Descripción:** El tendido de la carpeta asfáltica afecta la abundancia de las poblaciones debido al efecto barrera de la carretera, que impide la interacción entre poblaciones, esto actúa en deterioro o desaparición de las zonas de apareo,

caza y de establecimiento de madrigueras, debido a la introducción de especies ajenas al ecosistema, el aumento de la caza furtiva y el crecimiento de la mancha urbana. Los invertebrados acuáticos, anfibios y peces que habitan en los arroyos, también pueden ser dañados a consecuencia, principalmente, del desecho de lubricantes, crecimiento de la mancha urbana y descarga de aguas residuales. El impacto generado es adverso significativo, debido a que es permanente y su influencia va más allá del área definida para el proyecto.

**Mitigación:** Para evitar la disminución de las poblaciones faunísticas en la zona, se deberá impulsar campañas de concientización dirigidas al personal que labora en la construcción y al público en general (durante la operación de la carretera) para evitar el maltrato o caza de cualquier animal con el que se encuentre, a menos que represente una amenaza directa.

**Impacto:** Contaminación de suelo.

**Descripción:** Cuando se coloca la carpeta asfáltica pero el pavimento no cumple con alguna de las especificaciones establecidas por la normatividad, se retira, por lo que se vuelve un residuo (escombros del pavimento retirado).

Muchas veces este residuo se transporta y se dispone en sitios que no están acondicionados ni autorizados para la disposición final de este tipo de residuos. Esta actividad genera un impacto adverso al suelo que se esté afectando. La detección del impacto dependerá del volumen y características del residuo en particular, así como del uso del sitio de disposición.

**Mitigación:** Establecer un procedimiento de reciclado de la carpeta asfáltica, para que se aplique en caso de que no cumpla con alguna de las especificaciones establecidas por la normatividad. Con esta actividad se evitará el daño al suelo al evitar su contacto con los residuos.

**Actividad:** MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA MAQUINARIA Y EQUIPOS

**Impacto:** Contaminación de suelo.

**Descripción:** Durante la construcción de la superficie de rodamiento se requiere de la utilización de combustibles para los que se destinan sitios de almacenamiento y con esto evitar recorrer grandes distancias para abastecerse. El almacenamiento inadecuado puede provocar fugas de combustible que ocasionen cambios severos a las características químicas del suelo, afectando su fertilidad. El combustible derramado impregna las partículas de suelo, al infiltrarse al subsuelo lixiviado por agua de lluvia o por gravedad, ocasionando trastornos en la oxigenación, favoreciendo una atmósfera anaerobia, afectando la fauna edáfica y la flora presentes en el sitio; además si llegara a tener contacto la población con el



suelo contaminado, podría ocasionar problemas de salud. El impacto resultante es adverso y puede variar en valores de poco a significativo, lo cual depende del tipo y volumen de contaminante.

**Mitigación:** Instalar un sitio específico para el almacenamiento de combustibles, el cual debe tener una cubierta impermeable en el piso para evitar contaminar el suelo, un techo que evite la intemperización por lluvia y sol del tanque de almacenamiento que pudieran provocar su deterioro y ocasionar fugas y derrames. Además, se deberá prohibir el paso a personal no autorizado a estas instalaciones, por lo que se deberá designar a personal capacitado como responsable del almacenamiento, manejo y suministro de combustibles, y en caso de que se requiera, de otras sustancias identificadas como peligrosas.

**Impacto:** Generación de empleos.

**Descripción:** Durante la construcción y conservación de la superficie de rodamiento se generarán nuevas fuentes de trabajo, aunque la mayoría de ellas son temporales y, en general, son menos que durante las etapas anteriores correspondientes a la apertura del derecho de vía y la construcción del acotamiento de la carretera. Este impacto se identifica como benéfico poco significativo, debido a la temporalidad del mismo.

**Mitigación:** Debido a que es un impacto positivo no hay mitigación que proponer.

### **Etapas: CONSERVACION**

**Actividad:** Durante todas las actividades de conservación como son Renivelación, Riego de Sello, Sobrecarpetas, Bacheo y Reciclado.

**Impacto:** Deterioro de la calidad del aire.

**Descripción:** Debido a que es necesario emplear nuevamente mezcla asfáltica para renivelar hundimientos en la carpeta se requiere todo el proceso de elaboración en planta o in situ, el cual genera problemas de emisiones a la atmósfera de gases de combustión y vapores de solventes utilizados en la preparación de algunas mezclas asfálticas. El impacto generado es adverso poco significativo, debido a que es temporal y las cantidades de vapores emitidas son mínimas, además existe un proceso de dilución en el ambiente favorecido por la presencia de vientos en algunas zonas.

**Mitigación:** Realizar un programa de mantenimiento de todos los equipos tanto fijos como móviles, así como vehículos y maquinaria necesarios para la elaboración y tendido de las capas de carpeta asfáltica suficientes para la renivelación. Asimismo, es conveniente sustituir las mezclas que utilizan solventes

orgánicos por emulsiones asfálticas que emplean agua como disolvente, lo cual es mucho más conveniente para conservar el ambiente.

**Impacto:** Aumento de los niveles de ruido.

**Descripción:** La actividad de preparación y tendido de las capas para la nivelación, genera un nivel de ruido de 88 decibeles a 15 metros de distancia, lo cual puede ocasionar trastornos auditivos y nerviosos si se está expuesto de manera constante a ellos, pero debido a que la exposición es temporal e intermitente, el riesgo es menor, por lo que el impacto que se identifica es adverso poco significativo.

**Mitigación:** Es recomendable para minimizar los efectos producidos por el ruido, respetar los horarios de trabajo diurnos y no trabajar por la noche. Es necesario también que el personal que labora en las actividades de conservación, utilice tapones para los oídos.

**Impacto:** Alteración de las actividades de la comunidad.

**Descripción:** Este impacto se aplica de manera general a todos los métodos empleados para dar mantenimiento a una carpeta asfáltica. La realización de estos trabajos en horario y días inapropiados puede ocasionar problemas viales graves, como congestionamientos y accidentes. Este impacto se identifica como adverso poco significativo porque es temporal e intermitente.

**Mitigación:** Deben programarse los horarios y días en los cuales se realizará la renivelación dependiendo de la afluencia vehicular que registra la vialidad a reparar y debe proporcionarse al personal el equipo adecuado que le permita trabajar con seguridad en la zona de trabajo. Es importante igualmente señalar correctamente la zona de trabajo y, asegurarse que para el personal que labora en la renivelación sea perfectamente visible a cualquier hora.

**Impacto:** Daños a la salud.

**Descripción:** Durante la rehabilitación de pavimentos, como la colocación de una sobrecarpeta, se requiere efectuar escarificación, pero muchas veces durante estas operaciones se calcina el asfalto, lo que produce espesas nubes de humo. Esta actividad puede provocar daños en la salud de los trabajadores al aspirar el humo. Este impacto adverso puede llegar a identificarse como significativo, dependiendo de los tiempos de exposición de los trabajadores.

**Mitigación:** Se deberá dotar a los trabajadores con equipo de seguridad que contemple el uso de mascarillas, particularmente las personas que realizan la escarificación. Asimismo, se deberá realizar y aplicar un procedimiento adecuado para las actividades de escarificación, con el objetivo de evitar la calcinación del asfalto.

### 3.4 Impactos territoriales urbanos ambientales.

Durante la etapa del tendido del material asfáltico es donde influyen en forma directa los impactos territoriales urbanos ambientales, toda vez que es durante la conclusión de las obras (fase de operación) cuando, debido a las transformaciones en la estructura urbana de los centros de población, debe modificarse y/o vincularse los impactos generados. De esta forma tenemos:

**Actividad:** TENDIDO DEL CEMENTO ASFALTICO

**Impacto:** Dotación de Infraestructura y servicios.

**Descripción:** A partir del tendido de la superficie de rodamiento y una vez que se ha endurecido totalmente, se contará con vías de comunicación que permiten disminuir los tiempos de traslado y el acceso rápido a centros de atención primaria, esto producirá un incremento en la demanda de infraestructura local, lo cual dará lugar a la instalación de más servicios. Se mejorará considerablemente el nivel de vida de las comunidades, también se favorece el comercio entre las poblaciones y la comunicación en general teniendo como resultado intercambios comerciales constantes. Este impacto se considera siempre como benéfico significativo.

**Mitigación:** Debido a que se trata de un impacto positivo no aplica este punto.

**Impacto:** Crecimiento de la mancha urbana.

**Descripción:** El trazo de la carretera favorece el asentamiento irregular de personas a lo largo de ella, aumentando el detrimento del ecosistema y de las posibilidades de atropellamientos, mutilaciones y traumatismos, por un crecimiento acelerado de la mancha urbana fuera de cualquier plan o programa de desarrollo urbano. Lo anterior propicia un impacto adverso significativo, debido a que es un impacto permanente y creciente.

**Mitigación:** Todo asentamiento humano que se establezca a ambos lados de las carreteras, deberá contemplarse y regularse por programas y/o planes de desarrollo municipal. De tal manera que sea un crecimiento controlado. Por otra parte, se deberán impulsar campañas de concientización para la población, en relación al cuidado de los recursos naturales existentes. Se considera siempre como benéfico significativo.

**Impacto:** Movimientos migratorios (movilidad).

**Descripción:** A partir del tendido de la superficie de rodamiento y una vez que se ha endurecido totalmente, se contará con vías de comunicación que permiten disminuir los tiempos de traslado y el acceso rápido a centros de atención

primaria, esto producirá mayor movilidad (desplazamiento) de población rural a centros urbanos. Este impacto se considera siempre como benéfico significativo.

**Mitigación:** Debido a que se trata de un impacto positivo no aplica este punto.

**Impacto:** Desarrollo industrial.

**Descripción:** A partir del tendido de la superficie de rodamiento las vías de comunicación permitirán el establecimiento de agroindustrias, lo que conlleva un desarrollo económico de la región. Este impacto se considera siempre como benéfico.

**Mitigación:** Debido a que se trata de un impacto positivo no aplica este punto.

**Impacto:** Programas de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial, Ordenamiento Ecológico (gestión de recursos naturales).

**Descripción:** Con la carretera en operación, de manera automática se induce a fomentar a la administración pública encargada del ordenamiento territorial para impulsar la normatividad respectiva. Con el implemento de dicha normatividad, el desarrollo económico de la región generará eventualmente políticas de atención como:

- Localización de nuevas ciudades.
- Extensión (crecimiento) de áreas urbanas.
- Nuevo trazado de autopistas y carreteras.
- Nuevo trazado de líneas eléctricas de alta tensión.
- Turismo.
- Implantación de parques nacionales y zonas recreativas.
- Implantación de parques agroindustriales o en su caso de determinadas industrias, según el sector, la localización, el volumen de producción, la tecnología utilizada, lo anterior en virtud de la utilización de recursos naturales.
- Proyectos de desarrollo agrario.

**Mitigación:** Debido a que se trata de un impacto positivo no aplica este punto.

A manera de sintetizar los apartados anteriores, se enlistan las siguientes medidas de mitigación:

- Adaptar el diseño de la vía al terreno y no estropear en lo posible el paisaje de forma que no fragmente zonas selváticas.

- Impedir el vertido de aceites y grasas de limpieza de los motores, talleres, maquinaria en todo tipo de obras.
- Correcto diseño del drenaje de aguas superficiales y subterráneas, respetando el sistema anterior de aguas de escorrentía e intentando modificar lo mínimo las vertientes existentes.
- Diseño de la descarga de materiales de forma que no se interrumpan cauces.
- Utilización de mano de obra local.
- Señalización, jalonamiento y vallado adecuados de la zona de ocupación de la obra, de los caminos de acceso y de las áreas destinadas a instalaciones auxiliares como medida de protección del suelo y la vegetación.
- Prohibición de mover maquinaria en determinada época o por determinados lugares con el jalonado adecuado.
- Diseño correcto de la altura de terraplenes y desmontes.
- Diseño de pantallas visuales.
- Diseño de pasos y vallados, so manera de proteger la fauna existente.
- Riegos continuados durante la obra para disminuir el polvo y partículas sólidas en suspensión en el aire. Control de emisiones de polvo y partículas.
- Depuración y reutilización de las aguas residuales.
- Medidas para evitar la erosión y los riesgos de deslizamiento: plantaciones.
- Recubrir de vegetación los taludes, las riberas y las zonas denudadas.
- Retirada, acopio, conservación y recuperación de la tierra vegetal para su utilización en labores de revegetación.
- Plantación de vegetación en los bordes de la obra que creen un efecto barrera (paisajística).
- Construir pasos para la fauna (mamíferos y otros vertebrados de pequeño, mediano o gran tamaño) para disminuir el efecto barrera.
- Protección de la fauna a los atropellos mediante vallas o cercas o mediante la limitación de la velocidad.
- Mantenimiento o restauración de la iglesia en Chunhuhub como monumento histórico.
- Construcción de un centro de interpretación de la naturaleza.
- Programas de reproducción de especies en peligro de extinción.
- Los Programas de Desarrollo Urbano, de Ordenamiento Territorial, Regional y Ecológicos deben estar técnicamente apoyados por las autoridades competentes, su elaboración y ejecución a cargo de los gobiernos en el ámbito de sus respectivas competencias. Es en este tenor, donde se debe considerar los siguientes criterios:

- a) Conocer con veracidad la naturaleza y características de los ecosistemas existentes en la región;
- b) La vocación de la región en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actitudes económicas predominantes;
- c) Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efectos de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales o fenómenos naturales;
- d) El equilibrio que debe existir entre desarrollo urbano y sus condiciones ambientales, y;
- e) El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, de vías de comunicación y otras actividades.

## CONCLUSIONES

La historia que se construye en torno a la acción de los proyectos carreteros, nos dice que el desarrollo no solo es una situación deseada ni la búsqueda de una meta bondadosa, sino que es el impacto diferenciado, social y territorial, de las políticas (o no políticas) y acciones socioeconómicas impulsadas o facilitadas por el Estado capitalista con el afán de preservar la actividad productiva que le da vida a dicho modo de producción. Si bien es cierto que para alcanzar el desarrollo económico (llámese bienestar social), el sistema ha reconocido que se deben tomar decisiones importantes que conlleven a la sostenibilidad del desarrollo, para que la dualidad medio ambiente y el desarrollo se sitúen en el centro del proceso, de manera que logre de hecho la plena integración de estos factores. Aún sigue siendo una tarea ardua para la administración pública local, debe emprender sino profundas reformas en las estructuras institucionales oficiales, si llevarla a cabo en la legislación correspondiente en cada uno de los ámbitos. La misma legislación, llámese instrumento de política ambiental, por obviedad indispensable, pero carente de reglas claras y objetivas y si le unimos la ambigüedad en la que persiste, adolecen de diversas irregularidades que deben ser atendidas a la brevedad, por lo que, con el objeto de ser propositivo en la materia, la sugerencia es actualizar la legislación que evite cualquier tipo de discrecionalidad por parte de la autoridad; vincularla con los programas de desarrollo urbano, de ordenamiento territorial y la regulación de los usos del suelo prevista en la legislación sobre asentamientos humanos. No hay duda que si se simplifica y modifica la legislación urbana ambiental es indudable que repercutirán en un ambiente propicio y atractivo para el desarrollo de proyectos tipo.

El Sistema Ambiental Regional que constituye el entorno del proyecto queda ubicado en la provincia fisiográfica de Yucatán, misma que a su vez se encuentra dividida en tres subprovincias nombradas “Llanuras con Dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa Baja”. La subprovincia Llanuras con Dolinas ocupa las porciones norte y oriente de la entidad incluyendo la zona de estudio (nororiental), lugar donde se asienta el proyecto

La región está localizada sobre una topografía “relativamente plana”, constituida principalmente por lomeríos bajos cuya máxima altitud alcanza 216 metros y la mínima es del orden de 25 a 30 metros. Este conjunto de lomeríos, localizados en la parte media y occidental de la región, está caracterizado por la presencia de frecuentes depresiones y pequeñas cimas. Interrumpen a estos lomeríos grandes áreas de menor relieve casi planos, en la zona centro occidental con altitudes de 110 a 140 metros y en el extremo oriental con altitudes de 20 a 40 metros. Asimismo es fundamentalmente importante la existencia de una serie de fracturas geológicas en el terreno. Estas determinan de manera significativa la dinámica geohidrológica de toda la Región.

Se puede precisar que el Sistema Ambiental Regional influye en la importante zona de la Laguna de Bacalar misma que posee un continuo flujo laminar de agua con un

patrón general de Nororiente-Sureste. Si a esto añadimos que el manto freático en la zona se encuentra aproximadamente a unos 5 metros en promedio, tenemos entonces que además de la importancia significativa que tiene el agua subterránea en la región al permitir la continuidad de los procesos ecológicos que allí se desarrollan, ésta se encuentra también sujeta a un especial cuidado dado su fragilidad en exposición. De hecho éste es uno de los elementos a tener en especial consideración dado que por un lado en la región existen extensas zonas de extracción de agua para consumo en las localidades cercanas incluyendo Chetumal el nodo del sistema socioeconómico, y por otro lado se dan extensas actividades productivas por ejemplo la agricultura que utiliza herbicidas y fertilizantes que actualmente constituyen un riesgo por la posible contaminación al manto freático. La explotación de los acuíferos no ha modificado significativamente la posición natural del agua subterránea, pese a ello y con el objeto de evitar la extracción desordenada de aguas subterráneas, se estableció veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento, aprovechamiento de las aguas del subsuelo, dicho decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981.

La fauna en la región es abundante y rica en especies como es característico de las regiones neotropicales de México, uno de los países de mayor diversidad en el mundo. Sin embargo su estudio es más bien pobre y se ha desarrollado principalmente por extranjeros quienes se han concentrado en los inventarios quedando muchos vacíos en el conocimiento de la biología y ecología de éstos. En el caso de las aves, su presencia no se limita tan sólo a nivel microrregional, sino que su aparición se describe en un marco regional, con la exclusión de aquellas especies de aves cuyo ecosistema prevalece en la zona marítima o de cuerpos de agua. Sin embargo, existen alrededor de 432 especies de aves endémicas y no endémicas dentro del Sistema Ambiental Regional.

En cuanto a los mamíferos, existen alrededor de 57 clases de mamíferos terrestres y voladoras. Las especies amenazadas o en peligro de extinción según la NOM-059-ECOL-2001 que dadas las actuales condiciones ambientales solo se avistan ocasionalmente y en número cada vez menos frecuente, entre las que se destaca que los reptiles tienen el porcentaje relativo más alto de especies incluidas en la NOM con 44.28%, seguido por los mamíferos. La categoría de protección con la mayor frecuencia es Pr que agrupa a las especies sujetas a Protección Especial – incluye 40 de los 74 registros-, seguida de la categoría P que agrupa las especies en Peligro de Extinción.

En la NOM-059-ECOL-2001 se mencionan 221 animales en peligro de extinción. Entre ellos destacan 43 especies de mamíferos, 72 de aves, 14 de reptiles, 6 de anfibios, 70 de peces y 16 de invertebrados. Lo anterior es un intento para aproximarse a la realidad, pues existe una revisión continua de acuerdo con un mayor y mejor conocimiento de la flora y la fauna regional.



Respecto de las especies endémicas en peligro de extinción, se pueden enumerar ocho de invertebrados, 62 de peces, cinco de anfibios, cinco de reptiles, 38 de aves y 17 de mamíferos, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Muchas de las actividades económicas y de subsistencia de las comunidades del área de influencia se llevan a cabo mediante el aprovechamiento de los recursos naturales regionales; actividades que son realizadas sin la adecuada planeación ya que se carece de programas de uso o manejo sustentable de los recursos (excepto en el ejido Lázaro Cárdenas), lo que origina efectos negativos para los ecosistemas del área y hace necesario el desarrollo de proyectos de conservación que no se contrapongan con el desarrollo social.

No todas las comunidades circundantes al área poseen un adecuado servicio de drenaje, por lo que los desechos líquidos (aguas negras) no tienen un adecuado manejo, de igual manera sucede con los residuos sólidos (basura) que son generados, sin embargo se desconoce el impacto resultante sobre la región.

El área del proyecto presenta en la mayor parte de su superficie suelo de tipo Litosol con Rendzina sobre el cual se desarrolla la selva baja y mediana subperennifolia de la superficie del terreno, lo que determina la inaptitud edafológica para el desarrollo de actividades agropecuarias (rendimientos moderados) y refuerza la vocación forestal de los suelos.

Para ello, en las zonas agropecuarias del área de estudio debe propiciarse el aprovechamiento intensivo y tecnificado del suelo, promoviendo actividades agropecuarias en ambientes controlados, así como actividades ecoturísticas y desalentando los aprovechamientos extensivos, basados en la agricultura tradicional o mediante la cría no estabulada de ganado, es decir es aquel que no se encuentra bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que no han sido criadas en forma artificial, mismas que no incrementan la producción ganadera; los animales se alimentan principalmente de alimentos del campo sin enriquecimiento, lo que conduce a cambios en el uso de suelo.

Básicamente los ecosistemas presentes en la región del proyecto mantienen sus características generales y se encuentran en buen estado de conservación. No presentan modificaciones ni afectaciones relevantes en su estructura y composición.

Actualmente existe un desarrollo económico polarizado en el territorio que alberga el proyecto, ya que sus zonas rurales presentan grandes rezagos en infraestructura, equipamiento, vivienda, servicios (bienes) y oportunidades de empleo.

De estas condiciones surge la necesidad de regular e inducir el uso adecuado del suelo en el territorio, así como propiciar que las actividades económicas se consoliden sin menoscabo del entorno social y natural que les da soporte con la

finalidad de lograr el bienestar social y la protección al ambiente a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Desde la perspectiva del desarrollo regional, la inaccesibilidad de los servicios es una barrera para la producción y para el bienestar social de la población. La inaccesibilidad a servicios de salud o educación, por ejemplo, favorecerá la existencia de una población enferma e ignorante, lo que afectará su productividad, su capacidad para generar ingreso, su bienestar y su capacidad de superación de desarrollo.

Las inversiones en servicios debieran ser localizadas de tal manera que fueran fácilmente accesibles, para estimular su uso. Para lograr esto sería conveniente desarrollar criterios de localización de los recursos (los servicios públicos no son más que recursos humanos y materiales localizados en puntos específicos de la región) acordes con los intereses de la sociedad. Esto es, el saber en qué actividades y en qué lugares hay que localizar los recursos, según sea el propósito de planificación territorial, permitiría influir en los niveles de productividad regional al poner a la población en contacto con servicios necesarios para su desarrollo (salud, educación, servicios técnico-agropecuarios, financieros y crediticios, de comercialización y distribución, comunicaciones y transporte, recreativas y culturales, etc.) lo que facilitaría la integración de las economías locales, modificaría la distribución territorial de la población y las actividades, incrementaría los niveles de bienestar y ayudaría a ajustar el proceso de desarrollo a las aspiraciones e intereses de la población.

En Febrero de 2011 se decreta la creación del municipio de Bacalar, disminuyendo casi en un 37% la superficie que ostentaba originalmente el municipio de Othón P. Blanco, además de modificar sustancialmente las perspectivas planteadas para el desarrollo integral y sustentable de la región, razón por la cual se tuvieron que volver a revisar las etapas iniciales, para replantear un nuevo Modelo de Planeación Ambiental, acorde a la nueva realidad regional.

El Plan Gran Visión Quintana Roo 2025 contempla la Propuesta de “MODELO” de ordenamiento ecológico, que vincula los instrumentos de política ambiental y urbanos vigentes como son áreas naturales protegidas y programas de desarrollo urbano, así como la consideración de los ordenamientos ecológicos territoriales de Mahahual y Bacalar, mismo que establece los siguientes parámetros estratégicos donde eventualmente contempla las acciones estratégicas a mediano y largo plazo.

En el año 2004 (actualizado en 2008) se conformó el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Municipio Othón P. Blanco que contempla dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) aquella que corresponde territorialmente a la zona de estudio y que además conforma actualmente la Delegación Administrativa del ejido Lázaro Cárdenas (Chacchoben), de esta manera para la operación de las UGA's se aplicaron diversos formatos con el objeto de sustentar el ordenamiento territorial del Programa por conducto de criterios ecológicos.

La actual administración del nuevo municipio conformado Bacalar (2011-2015), afirmó que el crecimiento urbano del Ayuntamiento se encuentra frenado, debido a que no se cuenta aún con el Programa de Desarrollo Urbano que permite establecer las áreas de vivienda urbana e industria turística.

La carencia de planeación es visible en la región, un tanto por la irresponsabilidad administrativa y falta de voluntad política de las autoridades involucradas en su planeación, regulación, control, manejo y tratamiento, estableciéndose criterios regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región, así como la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos, precisándose su ejecución, evaluación, seguimiento y modificación para que sean considerados dentro de los planes de desarrollo urbano.

Es de suponerse, que debido al potencial de desarrollo que la región tiene, el estado genera los recursos necesarios para la inversión pública en infraestructura carretera como uno de los factores esenciales para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población residente.

En el año 2012 la SCT destinó inversión pública para la aplicación del Programa de Conservación y Modernización de carreteras federales se subdivide en Conservación rutinaria y periódica, conservación de puentes, atención a puntos de conflicto y conservación periódica de puentes, entre las que destaca la carretera Lázaro Cárdenas–Polyuc vía corta a Mérida con una longitud total de 99.5 kilómetros, cuyas obras consisten en la ampliación del acotamiento.

En este contexto, debido a la importancia que tiene el medio ambiente en la ejecución y posterior construcción de proyectos en el caso particular de la construcción de carreteras, la fragmentación del proyecto en etapas ayuda a identificar los factores ambientales que se podrían ver afectados con la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento (conservación) y abandono. De la misma forma una metodología o técnicas que identifiquen el deterioro o bienestar ambiental dentro de estas fases del proyecto es factible, tal es el caso del método de matrices, el adoptado para este caso para ser considerado como una primera alternativa en el proceso de toma de decisión.

Para el caso de estudio, se analizaron con detalle los impactos ambientales generados durante la construcción y mantenimiento (conservación) de la superficie de rodamiento de la carretera con pavimento flexible, en virtud de que son las etapas de mayores efectos causados en el Sistema Ambiental Regional, que representa solo una etapa en el proceso de construcción de la carretera Lázaro Cárdenas-Polyuc en el estado de Quintana Roo. Es en este sentido, que de las medidas de mitigación adoptadas se concluye en lo siguiente:

1. Se identificaron dos impactos benéficos en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento con pavimento flexible: la generación de empleos y, debido a que con la construcción de la carpeta asfáltica como superficie de rodamiento mejora la operación de la carretera, la comunicación entre centros de población, centros de desarrollo y sitios de interés, lo que se evalúa como significativo, siendo que es el principal objetivo del proyecto carretero.
2. Debido a que los bancos de material son inherentes al proyecto carretero, y especialmente, como proveedor de los agregados pétreos que requiere la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, se deberá involucrar la explotación de ellos en la identificación del impacto ambiental. Las actividades requeridas para la explotación de los bancos de material, son las que mayor número de impactos adversos genera y que son más significativos en mayor número de elementos ambientales.
3. De las actividades específicas en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, el tendido de mezclas asfálticas y la renivelación son los que generan impactos adversos significativos.
4. Los elementos ambientales que sufren impactos adversos significativos son el aire, el suelo y el agua. A este último se le identifica (en algunos casos) un impacto adverso significativo, más por el valor ambiental que por el daño que puede sufrir durante las actividades de construcción y conservación de la superficie de rodamiento.
5. Las materias primas empleadas para la construcción de superficies de rodamiento del pavimento flexible no implican un riesgo alto a la salud de los trabajadores, debido a sus bajas concentraciones, así como los tiempos de exposición reducidos y el factor de dilución al desarrollar los trabajos a la intemperie.
6. En las emulsiones asfálticas, además de no consumirse prácticamente solventes del petróleo, se evita también el uso de combustibles para su manejo y aplicación en la obra, ya que no requieren de operaciones de calentamiento, situación que a la vez favorece la protección del medio ambiente.
7. En relación a los cementos asfálticos, se tiene el ahorro de los solventes, si bien en este caso son necesarias las operaciones de calentamiento para poder emplearlos. No obstante, los trabajos en que se utilizan cementos asfálticos son de mejor calidad y mayor duración, por cuyo motivo existe una compensación favorable con los costos que representan los combustibles requeridos para el calentamiento de los ingredientes, la fabricación y colocación del concreto asfáltico. Las plantas modernas para la elaboración de estos concretos asfálticos poseen ya aditamentos especiales para evitar

contaminaciones indeseables del medio ambiente por la emisión de polvos, gases y humos.

8. Sin embargo, es importante insistir que en la utilización de los productos asfálticos deben tomarse en cuenta las condiciones especiales de la obra, para elegir en cada caso el producto que en todos sentidos sea el más conveniente.
9. Los materiales pétreos empleados para la construcción de la superficie de rodamiento de pavimento flexible no implican un riesgo a la salud por sus características tóxicas, únicamente una acumulación de partículas en los pulmones puede causar alguna enfermedad.
10. Sin embargo, es importante destacar los impactos adversos que se identifican en el ambiente laboral, debido a que se generan gases con características tóxicas, ruido con niveles que pueden dañar el oído y en el manejo de sustancias identificadas como peligrosas, particularmente combustibles y solventes orgánicos. Por esta razón, es muy importante dotar de equipo de seguridad a los trabajadores de acuerdo a la normatividad que aplique (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) y realizar y aplicar procedimientos por cada actividad que requiere la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles.
11. El 75% de los impactos identificados son no significativos, el 20% son poco significativos y solamente el 5% son significativos. Por otra parte, de todos los impactos identificados, el 98% se puede mitigar, compensar o inclusive inhibir. El 2% que no se puede mitigar, compensar o inhibir, son impactos producidos por la explotación de los bancos de material, particularmente en la modificación del relieve local.
12. De acuerdo con el punto anterior, los impactos generados por la construcción y conservación de la superficie de rodamiento en pavimento flexible, no representan un costo ambiental y social alto, por lo que en una evaluación beneficio-costos, son los impactos que menor número aportan y con menor valor.
13. En comparación con otros tipos de pavimentos, la desventaja más notable de los pavimentos flexibles es la generación de solventes, residuos de asfaltos y gases generados durante el calentamiento de los cementos asfálticos, estos gases son tanto producto de la combustión como de la volatilización de algunos componentes de los cementos. Es en las plantas de asfalto donde se tienen reportes de enfermedades relacionadas a los solventes y componentes del asfalto en general, aunque no se precisa el componente con el cual están directamente relacionadas.

Las medidas de mitigación implementadas deben estar íntimamente vinculadas con el ambiente construido, y que como consecuencia lógica tienen relevantes repercusiones en el ordenamiento territorial, de los asentamientos humanos y el equilibrio ecológico, de tal manera que incentiven y fomenten la necesidad de emprender una reforma legislativa para darles un acercamiento con más precisión, ilustración e ideas que puede causar el impacto territorial urbano ambiental con la construcción de una vialidad.

Para lograr lo anterior se debe fomentar la planeación del desarrollo urbano, esto es, para que las medidas de mitigación generadas por el impacto territorial contribuyan al logro de los objetivos ambientales, se respaldará en los criterios establecidos en los planes y programas de desarrollo urbano mismos que se deberán tomar en cuenta dentro de los lineamientos y estrategias contenidos en las disposiciones legales y políticas respectivas, para lograr un desarrollo armónico, en forma que no se alteren los ecosistemas terrestres, en tal virtud, se sugiere lo siguiente:

1. Planear los asentamientos humanos (ordenamiento territorial) y los impactos que producirán de manera que no afecten los recursos forestales, evitando la degradación y erosión de los suelos.
2. Establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas bosques, a efecto de ejecutar obras públicas.
3. Regular las distintas actividades económicas (bienes y servicios) o humanas dentro de los centros de población después de la fase de operación que serán el resultado del avance de las propias exigencias de la población para su subsistencia y la atención de sus mismas actividades económicas.
4. Los Programas de Desarrollo Urbano, de Ordenamiento Territorial, Regional y Ecológicos deben estar técnicamente apoyados por las autoridades competentes, su elaboración y ejecución a cargo de los gobiernos en el ámbito de sus respectivas competencias. Es en este tenor, donde se debe considerar los siguientes criterios:
  - a) Conocer con veracidad la naturaleza y características de los ecosistemas existentes en la región;
  - b) La vocación de la región en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actitudes económicas predominantes;
  - c) Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efectos de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales o fenómenos naturales;
  - d) El equilibrio que debe existir entre desarrollo urbano y sus condiciones ambientales.

## Consideraciones finales

Todo asentamiento humano y como consecuencia lógica el desarrollo urbano, debe partir de una disciplina jurídica bien definida que debe aplicarse y observarse por todos los sectores de la población, solo así se podrá darle validez y eficacia a este tipo de políticas ambientales, para lo cual se deben tomar en cuenta los siguientes criterios: los planes y programas de desarrollo urbano tienen que sujetarse a los lineamientos de los programas de ordenamiento ecológico del territorio; en los usos del suelo, se debe respetar su vocación y la diversidad de su destino, evitando el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la subordinación extensiva; en las áreas de crecimiento urbano, se fomentará la mezcla de usos de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud humana.

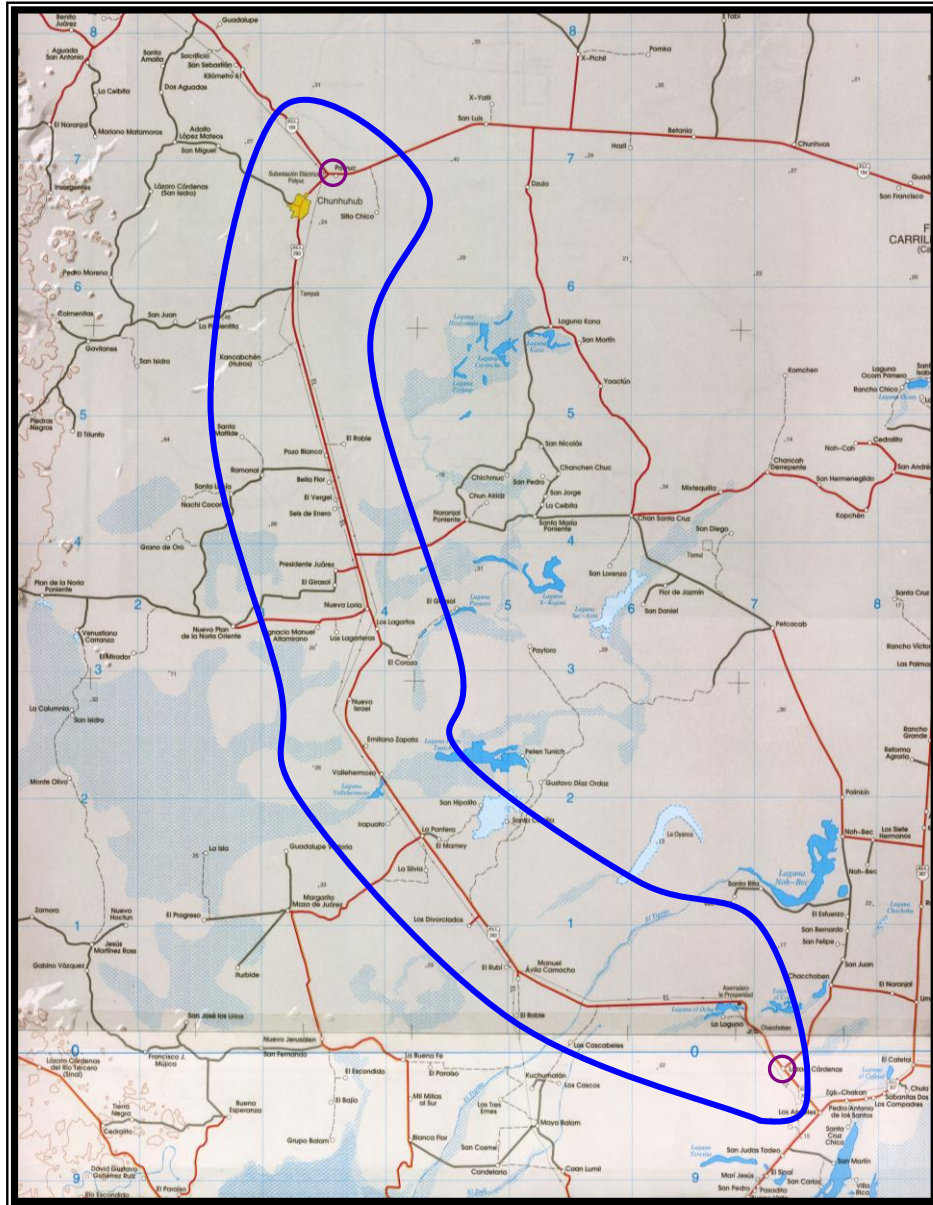
Asimismo con la operación de la carretera se plantea:

- a) Privilegiar los sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental, promover la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental.
- b) Proyectar y coordinar la planeación regional.
- c) Coordinación entre los distintos niveles de gobierno acciones para el desarrollo sustentable de la región.
- d) Proponer la fundación de nuevos centros de población.
- e) Impulsar, apoyar y realizar investigaciones científicas y tecnológicas en materia de desarrollo regional y urbano.
- f) Dotación de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, así como en la protección del patrimonio cultural y el equilibrio ecológico de los centros de población
- g) En cuanto a los municipios competentes; formular, aprobar, administrar, evaluar y vigilar con carácter de urgente los planes y programas municipales de desarrollo urbano de centros de población en su jurisdicción; regular, controlar y vigilar las reservas, usos y destinos del suelo; intervenir en la creación y administración de reservas territoriales para el desarrollo urbano y preservación ecológica y por ultimo informar y difundir permanentemente sobre la aplicación de planes y programas de desarrollo urbano.

## ANEXOS

### 1.1 Anexo cartográfico

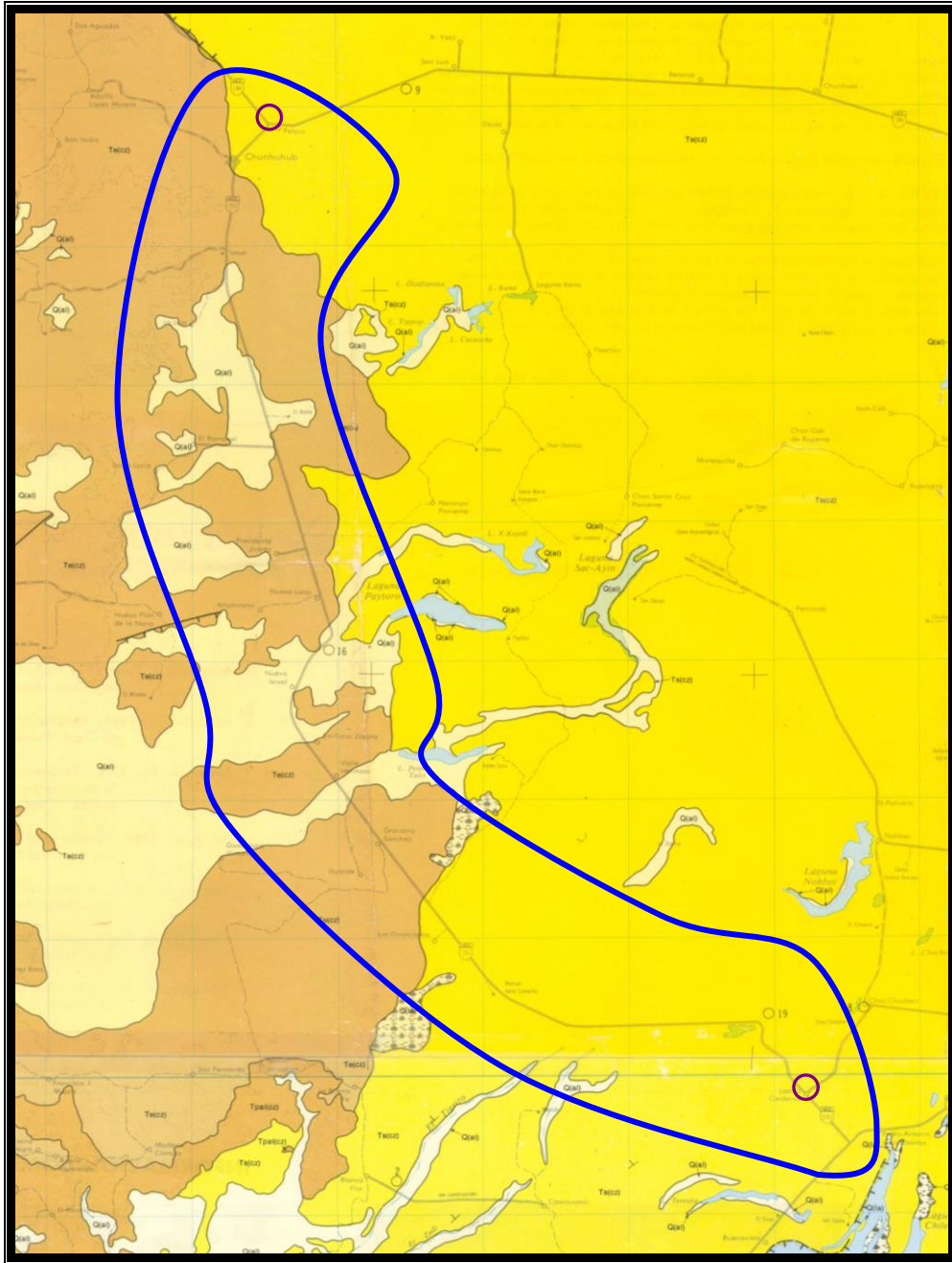
#### CARTA TOPOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Cartas Topográficas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Esc.: 1:50,000.



### CARTA GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO



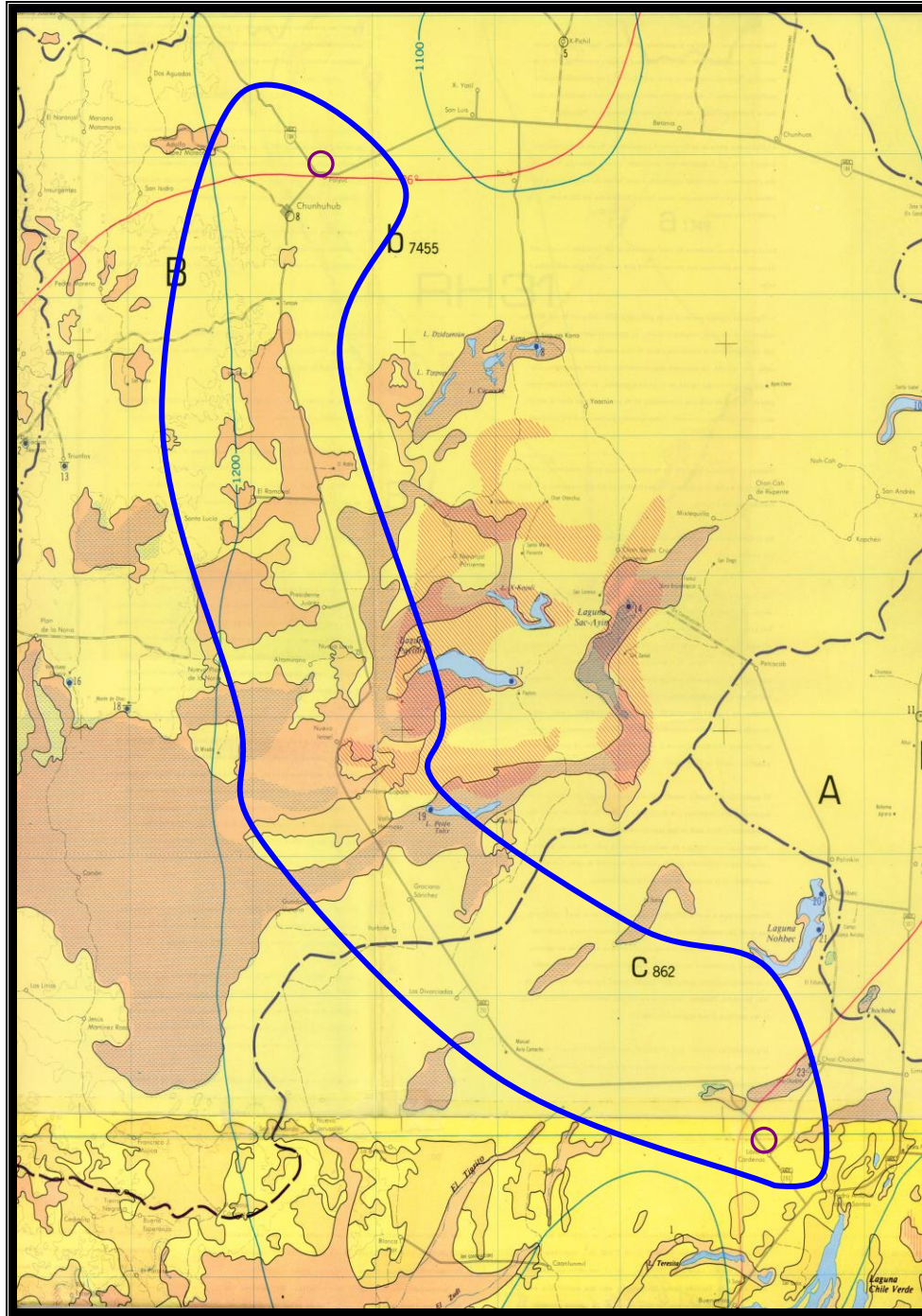
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía y Estadística (INEGI). Carta Geológica (Felipe Carrillo Puerto y Chetumal). Esc. 1:250,000

### CARTA EDAFOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO



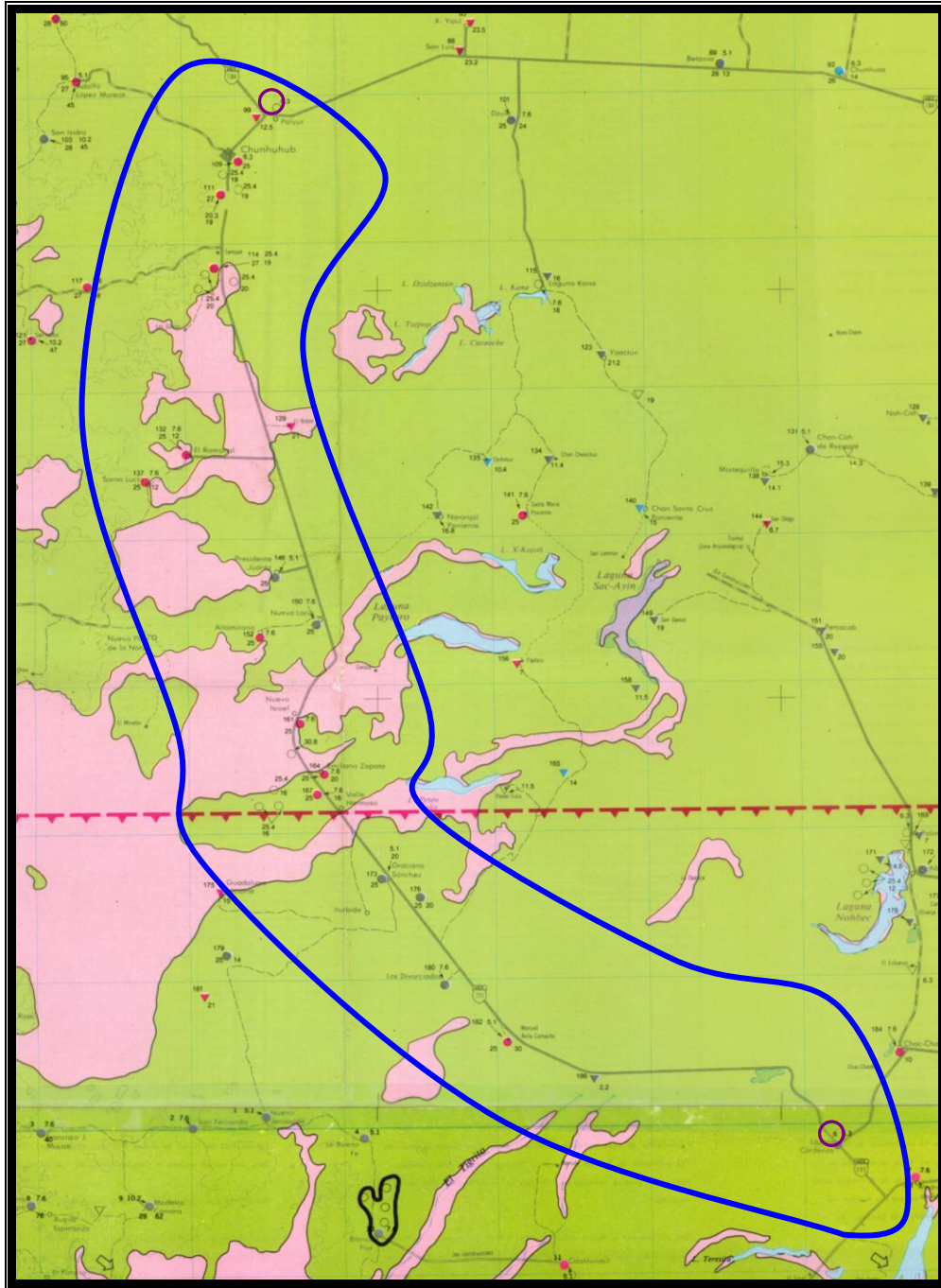
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía y Estadística (INEGI). Carta Geológica (Felipe Carrillo Puerto). Esc. 1:250,000

### CARTA DE HIDROLOGIA Y AGUAS SUPERFICIALES DE LA ZONA DE ESTUDIO



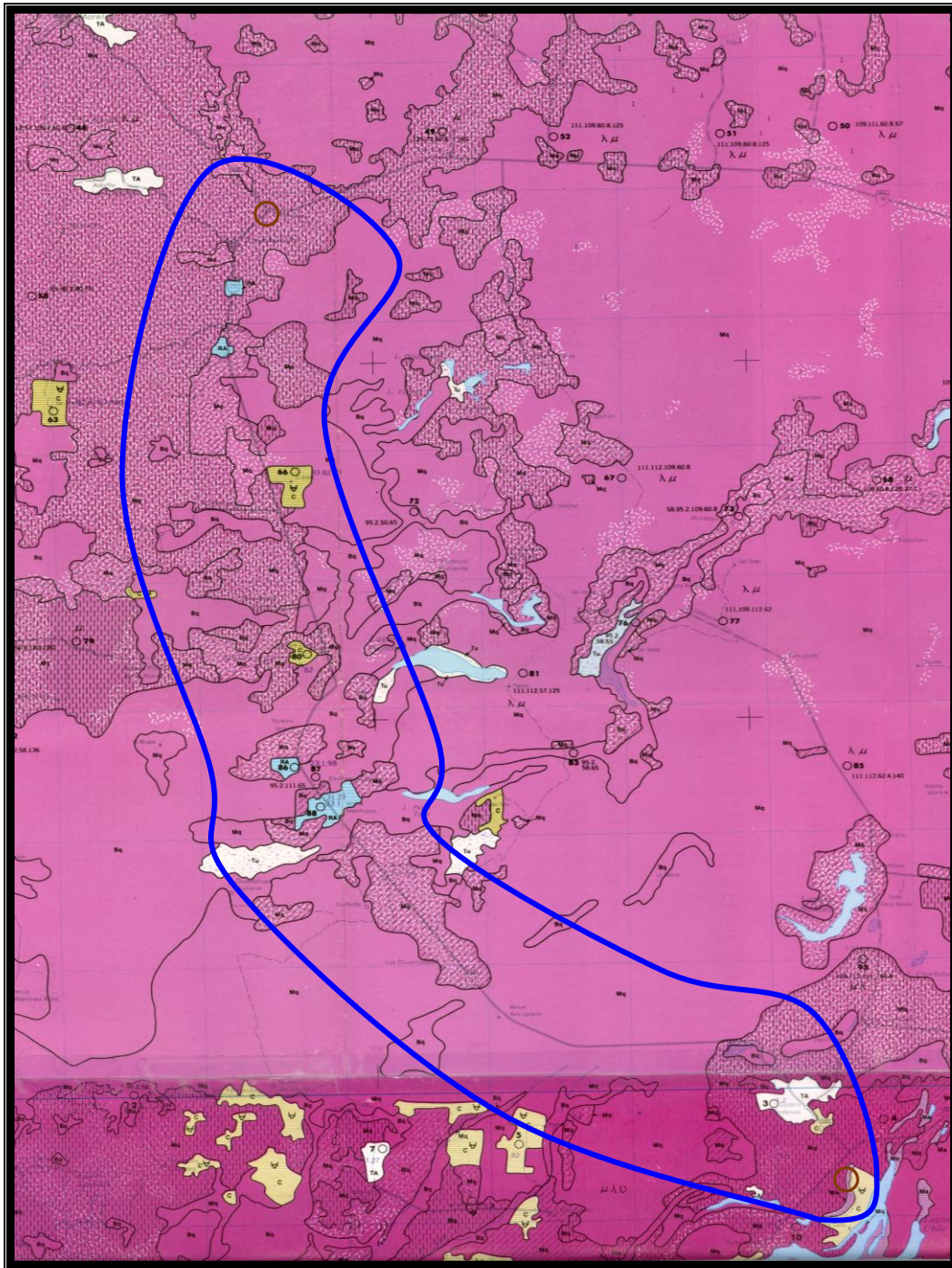
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía y Estadística (INEGI). Carta de Hidrología y aguas superficiales (Felipe Carrillo Puerto y Chetumal). Esc. 1:250,000

## CARTA DE HIDROLOGIA Y AGUAS SUBTERRANEAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Carta de Hidrología y aguas subterráneas (Felipe Carrillo Puerto y Chetumal). Esc. 1:250,000

### CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACION DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Carta de Uso del suelo y vegetación (Felipe Carrillo Puerto y Chetumal). Esc. 1:250,000

## 1.2 Anexo fotográfico

### Antes de la modernización



Sobre el derecho de vía se realizan con frecuencia los incendios controlados para prevención de accidentes



Parte de las inmediaciones de la carretera federal 293. Se observa la vegetación herbácea. Al fondo la selva mediana. Otra característica del suelo es el tipo Rendzina rojizo, como se observa en el centro de la imagen.



En el camino se localizan poblados rurales. Se aprecia el acceso a la comunidad La Pantera



La imagen muestra el entronque de las carreteras federales 184 y 293. En este punto (Polyuc) termina el proyecto.



Se aprecia parte de la topografía semiplana de la zona. Estos lomeríos están localizados en la parte media de la Región. Está caracterizada por la presencia de frecuentes depresiones y pequeñas cimas que no llegan a pasar de los 40 msnm.



Acceso al poblado Tampak y a La Pimientita. En esta zona la actividad económica principal es la ganadería del tipo bovino.

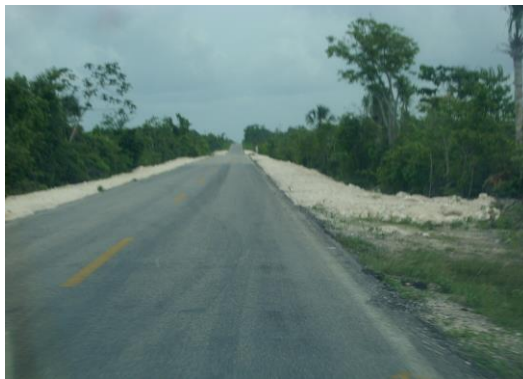


Imagen captada momentos después de la incineración de la vegetación herbácea en el derecho de vía de la carretera federal 293



Limite político-administrativo de los municipios Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, acceso por medio de la carretera federal 293.

**Antes de las obras de modernización de la superficie de rodamiento (etapa construcción – fase relleno-).**



Durante las obras el material de relleno utilizado es el llamado regionalmente saskab (suelo de tipo calizo)



**Durante las obras de modernización de la superficie de rodamiento (etapa de construcción – estructuras de concreto hidráulico en obra mayor-)**



Construcción de estructuras de obra mayor (puente)

**Después de las obras de modernización de la superficie de rodamiento (fase de operación)**



Después de la modernización, tenemos una carretera tipo A2.

## CAMPO SEMÁNTICO

**Agentes de denudación.** Desprendimiento de la parte más externa de la corteza terrestre, provocada por la acción erosiva de los agentes geológicos externos (se suele usarlo como sinónimo de erosión).

**Alteraciones sicosomáticas.** Son manifestaciones psicósomáticas molestas, debido a su duración o intensidad, que influyen negativamente en el bienestar. Si la persona deja pasar estos elocuentes mensajes, sin ponerlos en relación con su mundo emocional, y limitando su atención a una censura farmacológica, en algunos casos pueden derivar a trastornos o enfermedades graves. Se puede mencionar, un resfriado, faringitis, dolor de cabeza, afecciones cutáneas, dolor de cuello, dolor de hombros, dolor de espalda, dolor de estómago, náusea y vómito.

**Anaerobio:** Los organismos anaerobios o anaeróbicos son los que no utilizan oxígeno (O<sup>2</sup>) en su metabolismo.

**Bancos de préstamo de material:** Un relleno con material de préstamo se refiere a que el material que se usa para rellenar una excavación no es el que se extrajo. Esto puede ser porque el material excavado no sea suficiente para alcanzar el nivel de piso deseado o porque el material extraído no tiene las características adecuadas para usarse como relleno. Por ejemplo, la hacer la nivelación para un camino, se diseñan los cortes de manera que los volúmenes que se quitan sean los mismos que se tendrán que rellenar. Esto cuando la calidad del material es adecuada. Pero suponiendo que en algún tramo el suelo tenga una capa gruesa de tierra vegetal u oquedades, entonces se requerirá material adicional para el relleno y que tendrá que provenir de otro lado. Este es el material que se llama de préstamo

**Biodiversidad:** o diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta

**Desertificación:** La desertificación es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua; con frecuencia el ser humano favorece e incrementa este proceso como consecuencia de actividades como el cultivo y el pastoreo excesivos o la deforestación.

**Crecimiento demográfico.** Desarrollo y tendencias de la población en una región o territorio determinado. El crecimiento demográfico se relacionará con la capacidad portadora del hábitat, o sea, el potencial biótico, el cual es directamente proporcional a la resistencia ambiental. En este rubro, la actual población ha variado su capacidad portadora del ambiente, por medio de los avances tecnológicos y médicos.

**Degradación entrópica.** Es el grado de desorden y de caos que existe en la naturaleza. Es el segundo principio de la termodinámica que puede definirse esquemáticamente como el “progreso para la destrucción” o “desorden inherente a un sistema”. Este principio establece que cada instante el Universo se hace más desordenado. Hay un deterioro general pero inexorable hacia el caos.

**Desarrollo sustentable.** Desarrollo sustentable o desarrollo sostenible ha sido definido de varias formas, la más frecuentemente usada proviene del informe conocido como "Brundtland Commission: Our Common Future" de 1987 que dice: "El desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades"

**División del trabajo.** División del trabajo es la especialización y cooperación de las fuerzas laborales en diferentes tareas y roles, con el objetivo de mejorar la eficiencia. Aunque es consustancial a toda actividad humana desde la prehistoria, se intensificó con la revolución neolítica que originó las sociedades agrarias y aceleró de modo extraordinario su contribución al cambio tecnológico y social con el desarrollo del capitalismo y la revolución industrial.

**Dolinas.** Una dolina alude a un tipo especial de depresión geológica característico de los relieves kársticos.

**Ecodesarrollo.** El Ecodesarrollo, también conocido como Desarrollo Sostenible, es un concepto que se formalizó por vez primera en un documento conocido como Informe Brundtland, que fuera el resultado de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas. El contexto del Ecodesarrollo se divide en tres grandes partes: ambiental, económica y social. En tanto, la principal cuestión que este propone es que deberán satisfacerse las necesidades básicas tales como ropa, alimento, trabajo y vivienda, porque indefectiblemente la pobreza en el mundo no hará más que desembocar en catástrofes de diferente tipo, incluyendo las ecológicas.

**Ecosistema.** El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de

otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

**Edáfica.** Se define como la existencia de organismos adaptados a las condiciones bajo el suelo

**Efecto barrera.** Fragmentación de un hábitat causada por construcciones, como carreteras, que dividen poblaciones de seres vivos.

**Erodabilidad:** es un índice que indica la vulnerabilidad o susceptibilidad del suelo a la erosión y que depende de las propiedades intrínsecas de cada suelo. Cuanto mayor sea la erodabilidad mayor porcentaje de erosión. Algunos suelos se erosionan con mayor facilidad que otros, aunque la cantidad de lluvia caída, la pendiente, la cobertura vegetal y las prácticas de manejo sean las mismas.

**Entropía:** Función de estado que mide la parte no utilizable de energía en un sistema.

**Epífitas.** Se aplica al organismo vegetal que vive encima de otra planta, aunque sin ser parásito de ella, como los musgos y líquenes que crecen en los árboles

**Escarificado:** consiste en "arañar" superficialmente el terreno para romper y eliminar todo lo posible el fieltro. El fieltro es una capa fina de 1 ó 2 cm. de espesor que se forma en la superficie del suelo donde hay un césped. Es una masilla formada por tierra, restos de raíces y de hojas que se han ido acumulando ahí. Al ser bastante impermeable, impide que pase bien hacia las raíces el agua, los abonos y el aire. Además favorece el desarrollo de hongos. Por todas estas razones es necesario eliminarlo mediante una labor de escarificado.

**Estructura urbana.** Cualquier asentamiento humano presenta usos del suelo distintos (habitacional, industrial, comercial, recreativo y de circulación), los cuales al distribuirse conforman una estructura urbana.

**Fauna edáfica:** Esta fauna está constituida por distintos grupos de animales: lombrices, nematodos, larvas de insectos, hormigas, termites, ácaros, colémbolos, etc.

**Frente de ataque.** Término utilizado en ingeniería cuando la brigada de topografía utiliza la maquinaria (tractores) para desmontar y abrir bancos de material.

**Geotecnia.** Aplicación de principios de ingeniería a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.

**Globalización.** Es un proceso económico, tecnológico, social y cultural a escala planetaria que consiste en la creciente comunicación e interdependencia entre los

distintos países del mundo uniendo sus mercados, sociedades y culturas, a través de una serie de transformaciones sociales, económicas y políticas que les dan un carácter global. La globalización es a menudo identificada como un proceso dinámico producido principalmente por las sociedades que viven bajo el capitalismo democrático o la democracia liberal, y que han abierto sus puertas a la revolución informática, llegando a un nivel considerable de liberalización y democratización en su cultura política, en su ordenamiento jurídico y económico nacional, y en sus relaciones internacionales.

**Hábitat.** Es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Así, un hábitat queda descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

**Imagen urbana.** La imagen urbana dependerá tanto de elementos naturales como de elementos culturales. Cada asentamiento tiene elementos que se pueden destacar y valorar para definir mejor su propia imagen, la cual es una de las tareas importantes del diseño urbano.

**Impacto ambiental.** Alteración de un factor, del componente, o del sistema ambiental regional.

**Intemperización.** Cambios ambientales (temperatura, luz, viento etc.) a los que la roca sólida se encuentra expuesta en la superficie terrestre, experimentando demolición y degradación.

**Isocinético.** Método de muestreo de material particulado en suspensión en una corriente de gas, de manera que la velocidad de muestreo (velocidad y dirección) es la misma que la de la corriente de gas en el punto de muestreo.

**Lénticos.** Son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos. Estos ambientes cambian con el tiempo, disminuyendo su profundidad y aumentando su vegetación hasta la desaparición total del cuerpo de agua. Por lo general, tienen poca profundidad y menor variación de la temperatura. En estos ambientes se distinguen zonas bien definidas: la litoral, la limnética y la profunda.

**Lóticos:** Son ecosistemas que Están formados por las aguas corrientes, ríos y arroyos. En estos ecosistemas los seres vivos presentan gran capacidad para fijarse al sustrato y para nadar, de esta forma evitan ser arrastrados por las corrientes. Los peces, como la trucha, la lobina y el salmón, son comunes en los ecosistemas lóticos.

**Material pétreo.** Son aquellos que provienen de la roca, de una piedra o de un peñasco; habitualmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños, principalmente en la naturaleza, aunque de igual modo existen otros que son procesados e industrializados por el ser humano.

**Medio Ambiente.** Es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

**Medidas de mitigación:** Están asociadas a la localización, la tecnología, el tamaño, el diseño, los materiales, etc. Su objetivo consiste en:

- Evitar, disminuir, modificar o compensar el efecto del proyecto en el ambiente.
- Aprovechar mejor las oportunidades que brinda el ambiente para el mejor éxito del proyecto, de acuerdo al principio de integración ambiental. No deben ser “coartadas” para disfrazar el proyecto ambientalmente. Es preferible concebir el proyecto con sensibilidad ambiental que enmendarlo como consecuencia de una reacción ambiental negativa. Estas medidas deben dirigirse al agente causante del impacto, o a: Incidir en algún factor del ambiente para aumentar su homeostasia o su resiliencia.

**Modernidad.** En términos generales la modernidad ha sido el resultado de un vasto transcurso histórico, que presentó tanto elementos de continuidad como de ruptura; esto quiere decir que su formación y consolidación se realizaron a través de un complejo proceso que duró siglos e implicó tanto acumulación de conocimientos, técnicas, riquezas, medios de acción, como la irrupción de elementos nuevos: surgimiento de clases, de ideologías e instituciones que se gestaron, desarrollaron y fueron fortaleciéndose en medio de luchas y confrontaciones en el seno de la sociedad feudal. Se trata de un proceso de carácter global -de una realidad distinta a las precedentes etapas históricas- en la que lo económico, lo social, lo político y lo cultural se interrelacionan, se interpenetran, avanzan a ritmos desiguales hasta terminar por configurar la moderna sociedad burguesa, el capitalismo y una nueva forma de organización política, el Estado-nación. La modernidad surge en los ahora llamados "países centrales" (Europa occidental y, más tarde, Estados Unidos); luego, con el tiempo, se expande hasta volverse mundial y establecer con los países llamados "periféricos" una relación de dominación, de explotación y (le intercambio desigual, donde el centro desempeña el papel activo, impone el modo de producción capitalista (MPC) y destruye o íntegra (pero vaciándolas de su contenido y despojándolas de su significado) las estructuras precapitalistas autóctonas y tradicionales. Este proceso, que atraviesa por divesas etapas, desemboca en la actual generalización del mundo de la mercancía y en la consolidación de los Estados modernos.

**Neoliberalismo.** El neoliberalismo es un modelo económico que se enmarca dentro de las doctrinas del liberalismo económico, a su vez dentro del sistema capitalista. Quienes defienden al neoliberalismo, llamados neoliberales, muestran su claro apoyo a la liberalización en materia de economía, lo cual implica que los mercados sean totalmente abiertos, fomentando de este modo el libre comercio, a partir de una desregulación de los mercados. Además, el neoliberalismo tiene otra característica fundamental que es la privatización, por la idea de que la administración privada es más eficiente y adecuada que la administración pública. Por eso, de este modo se “achica” la intervención del Estado tanto en lo que hace referencia a la regulación del mercado como así también al gasto e inversión pública en materia de caminos y rutas, educación, salud, etc.

**Ordenamiento ecológico.** El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente como: "El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos". (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIII).

**Ordenamiento territorial.** Puede definirse como “una política de Estado y un instrumento de planificación del desarrollo, desde una perspectiva sistémica, prospectiva, democrática y participativa, que orienta la apropiada organización político administrativa de la Nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, garantizando un nivel de vida adecuado para la población y la conservación del ambiente, tanto para las actuales generaciones, como para las del futuro”. Es en sí una planificación del uso del suelo y los recursos, una herramienta de la Administración para guiar a un país hacia determinados objetivos y formas de desarrollo económico y social. Existen muchas definiciones y diversidad de enfoque sobre Ordenamiento del territorio, pero es posible identificar algunos elementos comunes en todas ellas: (i) la finalidad de la transformación del espacio; (ii) el planteamiento desde lo local hacia lo nacional; (iii) la necesidad de un abordaje interdisciplinario y (iv) la consecuencia directa de la interrelación de competencias y potestades administrativas.

**Plan.** Es un instrumento diseñado para alcanzar un objetivo a fin de llevar a la práctica diversas políticas (generalmente gubernamentales). En el plan se definen políticas, estrategias y metas, así como los instrumentos y acciones necesarios para obtener el fin deseado.

**Programa.** Es un proceso metodológico que busca determinar las necesidades de la población, tanto cualitativa como cuantitativamente. Se basa en el análisis de las actividades, ya sean de espacio, de número de empleos, de viviendas, etc.

**Proyecto.** Es la proposición concreta de soluciones posibles y deseables, de forma específica y materializable.

**Políticas.** Son lineamientos y criterios de acción que se toman como guías para dirigir las acciones y conductas de la sociedad.

**Planificación.** Se entiende como sinónimo de planeación y de planeamiento. Es un sistema encaminado a determinar la acción futura, según una secuencia definida de etapas. Además es un método para planear y resolver los problemas sociales que se materializa en obras concretas y es producto del trabajo de un equipo interdisciplinario.

**Relieve:** Conjunto de accidentes geográficos que configuran una superficie, especialmente la superficie terrestre, tanto si están sobre el nivel del mar como si se encuentran por debajo de este nivel: las mesetas y las cordilleras configuran el relieve de un territorio; debido a la ausencia de atmósfera, el relieve de la Luna es muy accidentado y presenta grandes cráteres.

**Riego de sello.** Se entiende por riego de sello a la aplicación de un producto asfáltico rebajado o emulsión asfáltica de fraguado rápido sobre las carpetas de concreto asfáltico, hechas por el sistema de mezcla en lugar o en planta y cubierto con material pétreo 3-A ó 3-B con el fin de impermeabilizar la carpeta, para evitar filtraciones de las corrientes superficiales de agua y dar una mayor durabilidad a la superficie de rodamiento, se recomienda un riego de sello.

**Roca sedimentaria.** Las rocas sedimentarias son rocas que se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el aire, y son sometidas a procesos físicos y químicos (diagénesis), que dan lugar a materiales consolidados. Las rocas sedimentarias pueden formarse a las orillas de los ríos, en el fondo de barrancos, valles, lagos, mares, y en las desembocaduras de los ríos. Se hallan dispuestas formando capas o estratos.

**Sinergia.** La sinergia es un criterio que se nos indica que existe la acción conjunta de dos impactos y que el impacto total es superior al de la suma de los dos impactos de manera individuales.

**Sedimentación.** Proceso de formación de sedimentos, correlativo de la erosión, y con esta, el fenómeno más general e importante de cuantos se estudian en geodinámica. Los materiales demolidos y transportados por el viento, las aguas superficiales o subterráneas, el hielo o el mar, forman depósitos que rellenan las depresiones y que tienden a nivelar el relieve.



**Sistema Ambiental Regional.** La porción del territorio geográfico (donde va establecerse el proyecto), caracterizada por la uniformidad y la continuidad de sus componentes más conspicuos (suelo, agua, flora, fauna, etc.).

**Sustentabilidad ecológica.** La sustentabilidad es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno. Dentro de la disciplina ecológica, la sustentabilidad se refiere a los sistemas biológicos que pueden conservar la diversidad y la productividad a lo largo del tiempo.

**Teratógenicos:** Los factores teratogénicos son las sustancias o condiciones que conducen a las anomalías en el recién nacido, y por tanto, su conocimiento nos van a ayudar a evitar muchos defectos en el nacimiento y a reducir el impacto de los problemas cuando aparezcan. El objetivo de la teratología, es el estudio de los factores que pueden contribuir a la aparición de defectos en el nacimiento a los recién nacidos, así como los factores de protección frente a los mismos. Por ejemplo, enfermedades, drogas y contaminantes pueden causar defectos al nacer. A pesar de las complicaciones que pueden surgir durante el embarazo, debemos de recordar que a pesar de la complejidad del desarrollo prenatal, es decir durante el embarazo y de los múltiples peligros, para el organismo que se está formando, la mayoría de los bebés nacen sanos y competentes.

**Uso del suelo.** El suelo se utiliza con muy diversos fines, por ejemplo para uso forestal, agricultura, minería, industria, etc. Es un recurso natural único, pero está sometido a una gran presión antrópica.

Normalmente el uso que se le da al suelo está determinado por cada término municipal, y los datos se van ampliando posteriormente a nivel comarcal, provincial, regional y nacional. Los principales usos potenciales del suelo son:

- Utilización agrícola (cultivos)
- Mantenimiento de pasto para el ganado.
- Forestal, bien sea para monte maderable y leñoso o monte abierto para el pastoreo.
- Extracción de recursos minerales, energéticos e hídricos, minas, canteras y perforaciones de gas, petróleo y aguas subterráneas.
- Uso industrial, instalaciones para la transformación de materias primas o elaboradas.
- Uso de servicios, para el transporte y las comunicaciones (carreteras, autopistas y vías de ferrocarril).
- Asentamientos humanos, hábitats rural y urbano, edificaciones, instalaciones depuradoras y vertidos, etc.
- Uso recreativo, cultural, científico y de protección de la Naturaleza, parques naturales, jardines, reservas, etc.
- Terrenos improductivos naturales, desiertos, torrentes, cumbres, montañas, etc.

- **Zonificación.** En sentido amplio, indica la división de un área geográfica en sectores homogéneos conforme a ciertos criterios. Por ejemplo: capacidad productiva, tipo de construcciones permitidas, intensidad de una amenaza, grado de riesgo, etc.
- Si nos referimos a recursos naturales renovables, la zonificación, es la clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales en un distrito de manejo integrado de los mismos, conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades abióticas, bióticas y antrópicas.
- Tipos de zonificación:
- Zonificación de cultivos: Determinación de los cultivos que deben establecerse en determinadas áreas.
- Zonificación de las llanuras de inundación: Plano que define las zonas principales de áreas con inundaciones potenciales, usualmente acompañado por recomendaciones o restricciones tendientes a prevenir daños por inundaciones.
- Zonificación ecológica económica: La zonificación ecológica económica, también denominada zonificación ecológica, puede definirse como un proceso de sectorización de un área compleja, en áreas relativamente homogéneas, caracterizadas de acuerdo a factores físicos, biológicos y socioeconómicos y evaluados en cuanto a su potencial de uso sostenible y restricciones ambientales. Vista así, la zonificación económica ecológica constituye un instrumento para plantear la ocupación racional de los espacios, redireccionando las actividades humanas no compatibles con la oferta ambiental del ámbito en cuestión. Sus resultados pueden utilizarse para diversos fines, como: la planificación de áreas naturales protegidas, desarrollo de una agricultura sostenible, determinación de la aptitud de las tierras para determinados usos, desarrollo de planes de ordenamiento territorial, etc.
- Zonificación urbana: La zonificación urbana es la práctica de dividir una ciudad o municipio en secciones reservados para usos específicos, ya sean residenciales, comerciales e industriales. La zonificación tiene como propósito encauzar el crecimiento y desarrollo ordenado de un área. Zonificar es un poder de gobierno. No se compensa por restricciones o limitaciones que la zonificación imponga sobre las propiedades.

**Vías de comunicación.** Las vías de comunicación, desde el punto de vista económico, constituyen una de las formas del capital, y se componen de tres elementos: 1.º, la vía propiamente dicha, el camino; 2.º, un vehículo acomodado a la naturaleza de la vía; y 3.º, un motor que verifica el transporte. Tienen grande importancia, porque extienden el cambio, activan la circulación e influyen por lo tanto de un modo muy eficaz en la producción y el consumo de la riqueza.

## BIBLIOGRAFÍA

**Alba, B., A. de.: 1997;** *Avifauna de la zona noroeste del Municipio Othón Pompeyo Blanco, Quintana Roo*. México. Tesis de Licenciatura. UNAM, México, 64 pp.

**Alvarado, Induni, G.: 1994;** *Historia natural antigua: los intercambios biológicos interamericanos*. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.

**Álvarez, T. y de Lachica, F.; 1974:** “Zoogeografía de los vertebrados de México”, en: *El Escenario Geográfico. Recursos Naturales*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México 335 p.

**Andrews, J., Gutiérrez, E.; 1988:** *Un listado preliminar y notas sobre la historia natural de las orquídeas de la península de Yucatán*. Orquídea (Mex.). 11:103-130.

**Bassols, Batalla Ángel; 1979:** *México: formación de regiones económicas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México. ISBN 968-58-0551-7

**Bataillon, Claude; 1993:** *Las regiones geográficas de México*. México, Siglo XXI editores, 10a. edición, 346 p.

**Bazant, Jan; 2003:** *Manual de Diseño Urbano*. Sexta edición. Editorial Trillas. México.

**Berthe; S/D:** Regiones y ciudades en América Latina, México, SEP, pp. 130-168.

**Boisier, Sergio; 1996:** Modernidad y territorio. Santiago de Chile, Cuadernos del ILPES, no. 42, 130 p.

**Butterlin, J & F. Bonet; 1962:** *Las formaciones cenozoicas de la parte mexicana de la península de Yucatán*. Instituto de Geología, UNAM, México.

**Buskirk, R. E.; 1985:** *Zoogeographic patterns an tectonic history of Jamaica and the northern Caribbean*. L. *Biogeogr.*12:445-461 Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. España.

**Ceballos, G.; 1993:** *Especies en peligro de extinción*. Ciencias No. Esp. 7:5-10. UNAM.

**Ceballos, G. y Galindo, C.; 1984:** *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. Editorial Limusa, México.

**Ceballos, G. y Navarro, D.; 1991:** *Diversity and conservation of mexican mammals, In: Latin American Mammalogy, history, biodiversity and conservation.* pp 167-198, (M.A. Mares y D.J. Schmidly, eds) Oklahoma University Press, Norman, Oklahoma, USA.

**Ceballos, G., Oliva, G. (coordinadores); 2005:** *Los Mamíferos Silvestres de México.* Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.

**Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES); 2000:** *La Sociedad Civil, el Sector Privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental.* Consejo Coordinador Empresarial. Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. Unión de Grupos Ambientalistas, I.A.P. México.

**Cervantes Borja, J. F.; s/a** *Modificación al Método de Storie por el Método Geomorfológico.* Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, D.F. pág. 117-129.

**Coney, P.J.; 1982:** *Plate tectonic constraints on the biogeography of Middle America an the Caribbean region.* Ann. Miossouri Bot. Gard. 69:432-443. En: **1983.** "Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del norte, América del Sur y el Caribe". Revista Instituto Mexicano del Petróleo. 15 (1):6 15.

**Chio, R.E., Guzmán, G.; 1982:** *Los hongos de la Península de Yucatán. I. Las especies de macromicetos conocidas.* BIOTICA 7(3):385-400. México.

**Donnelly, T.W.; 1989:** *History of marine barriers and terrestrial connections: Caribbean paleogeographic inference from pelagic sediment analysis.* P. 103-118 in Ch. A. Woods (ed.). Biogeography of the West Indies: Past, Present and Future. Sandhill Crane, Gainesville.

**Durán, R. y Olmsted, I.; 1990:** *Plantas vasculares de Sian Ka'an. In: Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México.* Navarro L., D. y J.G. Robinson (Eds.). CIQRO. Chetumal.

**Durham, J.W.;1985:** Movement of the Caribbean plate ans its importance for biogeography in the Caribbean. Geology 13:123-125.

**Durán, R., Trejo T., J.C., Ibarra M., G.; 1998:** *Endemic Taxa of the Yucatan Peninsula.* Harvard Papers in Botany, 3(2):263-314.

**El Estado de Quintana Roo; 2005:** *Guía del viajero.* Ediciones Nueva Guía, S.A de C.V. México.

**Ellen, Roy; 1986:** Environment, Subsistence and System: The ecology of small-scale social formations. Cambridge University Press, reprinted, 324 p. González, Luis. (1982). La querencia. México, Editorial SEP Michoacán, 151 p.

**Enciclopedia de Quintana Roo; 2001:** Tomos 1-10. Participación de instituciones educativas y privadas.

**Escobar Nava, A. ; 1986:** Geografía General del Estado de Quintana Roo. 2ª. Ed. Gob. Edo. Q. R., Mérida. 140pp

**Estevan Bolea, María Teresa; 1977:** *Las evaluaciones de impacto ambiental*. CIFCA, Madrid, España.

**Figuroa Casas, Apolinar, Contreras Rengifo, Rafael; 1977:** Curso de posgrado. *Evaluación del impacto ambiental (Proyectos integrados al medio ambiente)*. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Escuela de postgrado. Programa de especialización en Gestión Ambiental. Santiago de Cali, Colombia.

**Fernández, Roberto; 2000:** *Gestión Ambiental de ciudades. Teoría crítica y aportes metodológicos*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. ONU. México, D.F.

**Flores, J.S. y Espejel C., I.; 1994:** *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. 135 pp. México.

**García, E.; 1981:** *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios U.N.A.M. México D.F. 252 Pág.

**Garmendia S, A., Salvador, A. Adela, Crespo, S. C., Garmendia, S. L.; 2005:** *Evaluación de Impacto Ambiental*. Pearson Prentice Hall. España. 416 Pág.

**Gutiérrez González, Jacquelin; 2004:** "Impacto Ambiental", en: *Breviarios Jurídicos* No.24. Editorial Porrúa. México. 79 Pág.

**Gutiérrez, Mario; 2005:** *Ecología. Salvemos el Planeta Tierra*. Editorial Limusa, Noriega Editores. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México.

**Haggett, Peter; 1976:** Análisis locacional en geografía humana. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

**Hoffmann, Odile y Salmerón Castro, Fernando I.** (Coordinadores); **1997:** Nueve estudios sobre el espacio: Representación y formas de apropiación. México, CIESAS-ORSTOM, 190 p.

**Howell, S., Webb, S W.;** **1995:** *A guide to the birds of México and Northern Central America.* Oxford University Press Inc., New York. U.S.A.

**Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática;** **1970:** *IX Censo General de Población (28 de enero de 1970). Territorio de Quintana Roo.* Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1980:** *X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Quintana Roo.* Volumen I. Tomo 23 México 1982. Secretaría de Programación y Presupuesto.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1990:** *XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Datos por localidad (integración territorial) Quintana Roo.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1995:** *Conteo 1995. Resultados definitivos. Tabulados básicos. Quintana Roo.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática;** **2000:** *XII Censo General de Población y Vivienda. Quintana Roo. Tabulados Básicos.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Quintana Roo;** **1999:** *Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo.* Aguascalientes, Ags. México.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Quintana Roo;** **1999:** *Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo.* Aguascalientes, Ags. México.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1984:** *Cartas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Hidrología y aguas superficiales. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1984:** *Cartas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Hidrología y aguas subterráneas. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;** **1984:** *Cartas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Geología. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1984:** *Cartas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1984:** *Cartas E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Edafología. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2007:** *Carta E16-1 (Felipe Carrillo Puerto) y E16-4-7 (Chetumal). Topográfica. Escala 1:250,000.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1990:** *Guía para la interpretación de cartografía. Hidrológica.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2006:** *Guía para la interpretación de cartografía. Topografía.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2004:** *Guía para la interpretación de cartografía. Edafología.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2006:** *Guía para la interpretación de cartografía. Geológica.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2006:** *Guía para la interpretación de cartografía. Climatológica.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2006:** *Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación.* INEGI.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Instituto de Ingeniería U.N.A.M.; 1985:** *Geología de la República Mexicana. 2ª edición,* INEGI-U.N.A.M. México D.F.

**Jorgenson, J.P.; 1993:** *Gardens, wildlife, and subsistence hunting by maya indians in Quintana Roo, México.* Ph. D. thesis. University of Florida. 334 pp. U.S.A.

**Juárez, G. J., Merediz, A., G.; 1994:** *Lista sistemática de quirópteros registrados para Sian Ka'an hasta 1994.* Sian Ka'an Serie Documentos. N°2: 61-62. México.

**Lacoste, Yves; 1977:** *La geografía: un arma para la guerra.* Barcelona, Editorial Anagrama, 156 p.

**Larousse; 2003:** *Diccionario Enciclopédico.* Ediciones Larousse, S.A de C.V. Novena Edición. México.

**Lee, J.C.; 1996:** *The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula*. Cornell University Press. Ithaca NY. 500 pp.

**Lee, J.C.; 2000:** *A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: the lowlands of México, Northern Guatemala, and Belize*. Cornell University Press. Ithaca N.Y. 401 pp.

**Leff, Enrique; 2004:** Globalización, Racionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable. <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/leff08.pdf>

**Leff, Enrique y Carabias J., (coordinadores); 1993:** *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. CIIH-UNAM. Miguel Ángel Porrúa. México.

**Leff, Enrique; 1994:** *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI Editores. México.

**Leff, Enrique (coordinador); 1994:** *Ciencias sociales y formación ambiental*. GEDISA/CIIH-UNAM/PNUMA. Barcelona.

**Leff, Enrique; 1995:** *Greenproduction. Towards and environmental rationality*. Guilford Publications. Nueva York, Estados Unidos, Informe Brundtland 27 septiembre 2006, 10:52 pm Filed under: En el mundo, ONU, Sociedad. UN Documents Gathering a body of global agreements. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment. Citados por Leff, Enrique.

**Leopold, L.B., Clark, F.E., Hanshaw, B.B, and Baseley, J.R.; 1971:** *A procedure for Evaluating Environmental impact*. U.S. Geological Survey Circular 645, D.I. Washington, D.C. U.S.A.

**Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; 2015.**

**López Ramos, Ernesto; 1974:** *Geología General de México*. Ediciones escolares. México 509 p.

**Mejía, José; 1978:** *Principios de lectura cartográfica*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. SEP-INAH. México.

**Meré Alcocer, Francisco Javier; 1996:** *Análisis del impacto al medio ambiente ocasionado por obras de ingeniería*. Facultad de ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. México.



**Merediz, A. G.; 1995:** *Abundancia, distribución y posibilidades de aprovechamiento sustentable del jabalí de collar (Tayassu tajacu) y otras especies faunísticas de la Zona Maya de Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 79 pp. México.

**Mittermeier, R.A. y Goettsch, C.; 1992:** “La importancia de la diversidad biológica de México”. Pp. 63-74, en: *México ante los retos de la biodiversidad*, (J. Sarukhán y R. Dirzo, comps.). CONABIO, México.

**Molina Ibáñez, Mercedes; 1986:** Paisaje y región: una aproximación conceptual y metodológica. En *Teoría y Práctica de la Geografía*. Coordinación. Aurora García Ballesteros. Madrid, Editorial Alhambra Universidad, pp. 63-87.

**Navarro, A.G. y Benítez, H.; 1993:** *Patrones de riqueza y endemismo de las aves*. Ciencias No. Esp. 7:45-54. UNAM. México.

**Navarro L., D. T., Jiménez A. J., Juárez G.; 1990:** “Los mamíferos de Quintana Roo”. Pp. 371-449. In: *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Navarro L., D. y J.G. Robinson (Eds.). CIQRO. Chetumal. México.

**Nolasco Montero, M.L.E.; 1986:** Sedimentología litoral de los estados de Yucatán y Quintana Roo, México. Tesis Prof., Facultad de Ingeniería. UNAM, México.

**Novedades de Quintana Roo; 2007:** “La Flora de la Gran Selva Maya” Suplemento Ciencias; lunes 19 de marzo de 2007. Cancún, Q.R. México. Texto: Georgina de la Parra Peniche.

**Novedades de Quintana Roo; 2007:** “Fauna de la Gran Selva Maya” Suplemento Ciencias; lunes 26 de marzo de 2007. Cancún, Q.R. México. Texto de Georgina de la Parra Peniche.

**Novedades de Quintana Roo; 2008:** “Las selvas, la gran plusvalía ambiental de Quintana Roo”; lunes 25 de agosto de 2008. Cancún, Q.R. México. Amigos de Sian Ka'an.

**México desconocido; 2005:** “Especies en línea de peligro” Revista México Desconocido, Núm. 338. Texto: Lilia Ruíz Villarreal. En [www.mexicodesconocido.com.mx](http://www.mexicodesconocido.com.mx) (2008).

**MacKinnon, B.; 1992:** *Listado de aves de la Península de Yucatán*. Amigos de Sian Ka'an A.C. 32 pp.

**Océano; 1992:** *Diccionario de Sinónimos y Antónimos*. Grupo Editorial Océano, S.A. Barcelona, España.

**Ogata, N., Gómez Pompa, A., Aguilar Meléndez, Castro Cortés, A., R.,**

**Plummer, O. E.; 1999:** *Arboles tropicales comunes del área Maya*. Cd-Room. CONABIO. México.

**Olmsted, I., Durán, R.: 1986:** *Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. BIOTICA 11(3):151-179. México.

**Olmsted, I., Durán, R.; 1990:** "Vegetación de Sian Ka'an". En: *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo*. (Navarro L., D. y Robinson, J.G. Eds.). CIQRO. Chetumal, México. Pp. 1-12.

**Organización de las Naciones Unidas; 2015:** Centro de Información de las Naciones Unidas (CIDU) en: <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/medio-ambiente-y-desarrollo-so/>

**Palacios, Juan José.; 1993:** "El concepto de región: la dimensión espacial de los procesos sociales". *Revista Interamericana de Planificación*, vol. XVII, no.66, junio, pp. 56- 68.

**Perfit, M. R. & Williams, E. E.; 1989:** Geological constraints an biological retrodictions in the evolution of the Caribbean Sea and its islands. P. 47-102 in Ch. A. Woods (ed.), *Biogeography of the west indies: Past, Present and Future*. Sandhill Crane, Gainesville. PINDELL, J. 1994. Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. P. 13-39 in S. K.n DONOVAN & T. A. Jackson (eds.), *Caribbean Geology: An Introduction*. Univ. West Indies, Kingston.

**Pujadas, Romá y Jaumé Font.; 1998:** Ordenación y planificación territorial. Madrid, Editorial Síntesis, 3~9 p. Riviére O' Arc, Héléne. (1973).

**Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos; 1981:** *Desarrollo Urbano. Carta de Climas*. SAHOP. México.

**Sánchez, Mendoza, O.; 2001:** Apuntes del curso "Recursos naturales y medio ambiente", *Seminario de fotointerpretación urbana*. Posgrado en Urbanismo. Facultad de Arquitectura. UNAM. México.

**Sánchez, Mendoza, O.; 2007:** Apuntes del curso "Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental", *Evaluaciones de Manifestaciones Ambientales*. Facultad de Ingeniería. División de Educación Continua. Palacio de Minería. UNAM. México.

**Sánchez, Mendoza, O.; 2010:** Apuntes del "Curso de formulación de Manifestaciones de Impacto Ambiental para proyectos de competencia federal".

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. ITESM. Campus Pachuca. México.

**Sapper, K.; 1977:** Geología de la Península de Yucatán. P. 19-28 in Enciclopedia Yucatanense. Tomo 1. 2ª. Ed. México.

**Secretaría de Comunicaciones y Transportes; 1984:** *Normas para construcción e Instalaciones (Carreteras y Aeropistas)*. México, D.F.

**Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); 2008:** *Datos diversos*. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

**Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Comisión Nacional del Agua (CNA); 2008:** *Datos climatológicos*. Estación Meteorológica Tampak (A. Chunhuhub). [www.cna-smn.gob.mx](http://www.cna-smn.gob.mx)

**SmartWood. Practical Conservation Through Certified Forestry; 2005:** *Informe de Evaluación para la Certificación del Manejo Forestal del Ejido Chacchoben*. Oficina Internacional, Richmond, VT. USA. Oficina Regional. Oaxaca. México.

**Smith, Carol A.; 1991:** "Sistemas económicos regionales: modelos geográficos y problemas socioeconómicos combinados". Pedro Pérez Herrero (compilador). *Región e Historia en México, 1700-1850*. México, Instituto Mora-UAM, pp. 37 -98.

**Smith, H. M. y Smith, R. B.; 1976:** "Synopsis of the herpetofauna of Mexico". Vol. III *Source analysis and index for Mexican reptiles*. John Johnson, North Bennington, Vermont.

**Toledo, V.M.;1988:** *La diversidad biológica de México*. Ciencia y Desarrollo 8:7-16. México.

**Valiquette, Luc; 1991:** Apuntes del curso "Genie et environnement" partie portant sur l'évaluation environnementale. Cours CGI-16867, Université Laval, France.

**Vance, Ruper.; 1974:** Región. Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, pp. 163- 164.

**Viqueira, Juan Pedro.; 1993:** "Historia regional: tres senderos y un mal camino". Secuencia, México, Instituto Mora, enero-abril, 1993, no.25, pp. 123-137.

**Vázquez, Alba y Cesar, Enrique; 1994:** *Impacto Ambiental*. Facultad de Ingeniería. UNAM, Instituto Mexicano del Agua (IMTA).

**Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); 2006:** *Datos diversos*. Centro de Investigación de Estudios sobre la Atmósfera. [www.unam.ciea.gob.mx](http://www.unam.ciea.gob.mx)

**Weitzenfeld, Henryk; 1996:** *Manual básico sobre Evaluaciones del Impacto en el Ambiente y la Salud de acciones proyectadas*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Metepec, Estado de México. México.

**West, Robert C.; 1993:** *Sonora: it's geographical personality*. United States of America, University of Texas Press, 191 p. xii. Citados por: **Rentería Vargas Javier; 2001:** en: "...Una aproximación al concepto de Región...". Documento de la Universidad de Guadalajara.